دار الشروق

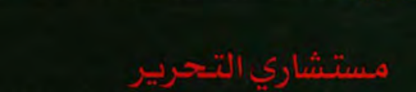
الدار العربية للعلوم
Arab Scientific Publishers



التطورات العلمية في القرن 21

SCIENTIFIC AMERICAN

الطب والأبحاث العلمية



مستشاري التحرير
مايكل رايت و موكول باتل
ترجمة:
د. بدري العاني - د. عامر العاني
د. وليد الهاشمي
اسهم في الترجمة:
د. مؤيد أحمد يونس - د. حسين السعدي
د. عبد الجبار النعمة



Marshall Publishing

SCIENTIFIC AMERICAN

21 الثورات العلمية في القرن

الطب والأبحاث العلمية





يضم هذا الكتاب ترجمة الأصل الانكليزي
How Things Work Today
حقوق الترجمة العربية مرخص بها قانونياً من الناشر
Marshall Publishing Ltd.,
بمقتضى الاتفاق الخطي الموقع بينه وبين الدار العربية للعلوم

ISBN 2-84409-267-5

الطبعة الأولى
1422هـ - 2002 م



عين التينة، شارع ساقية الجنزير، بناية الريم
هاتف: 860138 - 785108 - 785107 (1-961)
فاكس: 786230 (1-961) ص.ب: 5574-13 بيروت - لبنان
البريد الالكتروني: asp@asp.com.lb
الموقع على شبكة الانترنت: http://www.asp.com.lb

SCIENTIFIC AMERICAN

التطورات العلمية في القرن 21

الطب والأبحاث العلمية

المحرران الاستشاريان

مايكل رايت وموكول باتل

ترجمة

مركز التعريب والبرمجة

بالتنسيق مع:

سيرين خالد الهاشمي

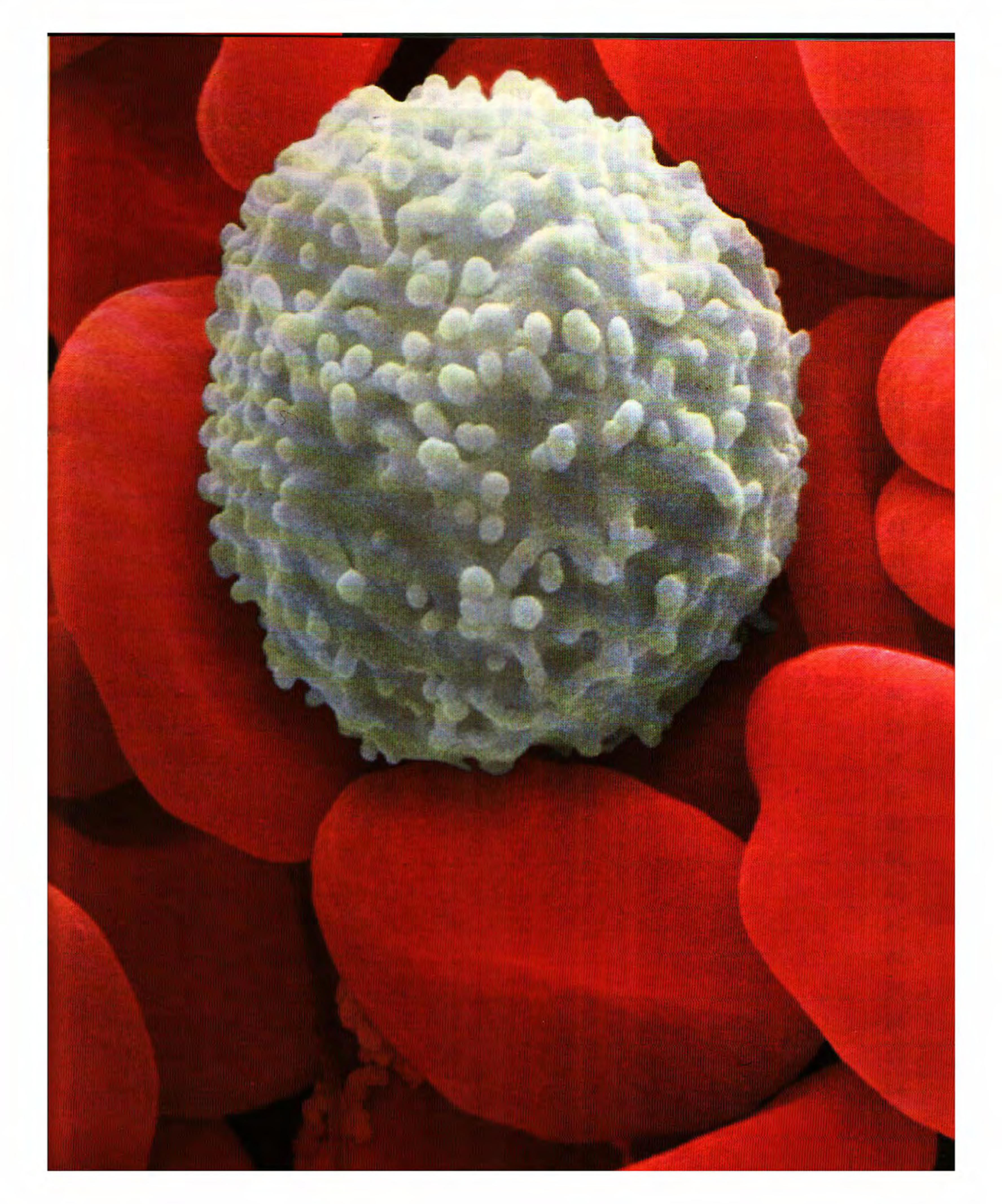






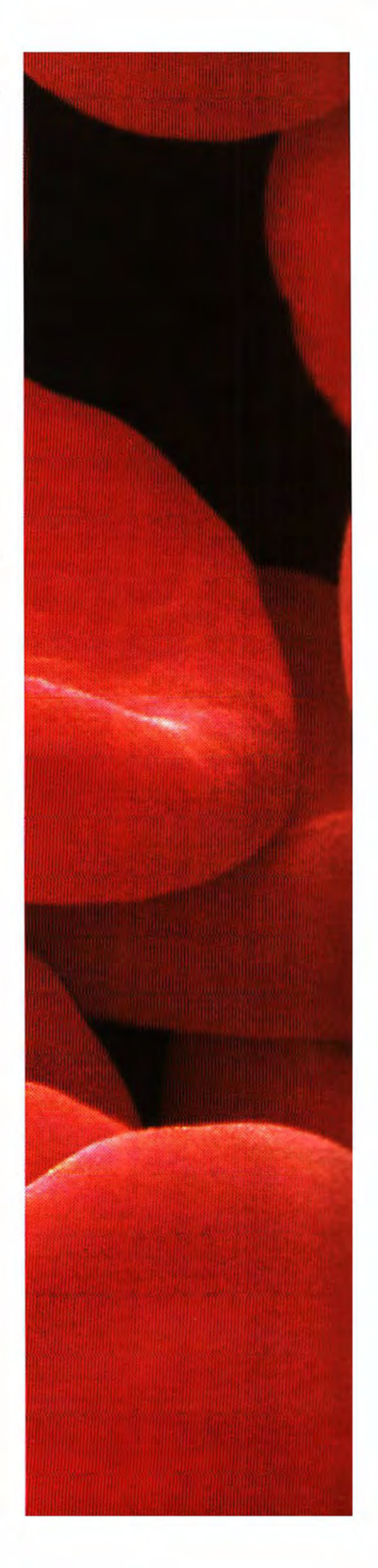


المحتويات



الطب والأبحاث العلمية

تُمثل الاختراعات والتطويرات ذروة الأبحاث العلمية. فبالجديد من التقنيات والنُظُم والأدوات، يدفع، الباحثون حدود المعرفة قُدماً الى الأمام، واصلين بالنهاية إلى أشكال جديدة من العلوم التطبيقية التي تؤثر فينا جميعاً. فكما يتضح في هذا الفصل فان العديد من فوائد البحوث الصرفة تظهر في حقل الطب حيث ينكشف الجديد من طرق التشخيص وأساليب العلاج والعقاقير، بعد سنين طويلة من البحث والتقصّي، كما يتبين من المجهود الجبار الذي بُذل لحل رموز شيفرة المورثات البشرية. فالأبحاث في كل جانب من جوانب البيئة حولنا، بدءاً بما هو دون المدى الذري، وصولاً الى ماهو كوني، جميعها تؤثر تأثيراً بالغاً في رؤيتنا للعالم حولنا.

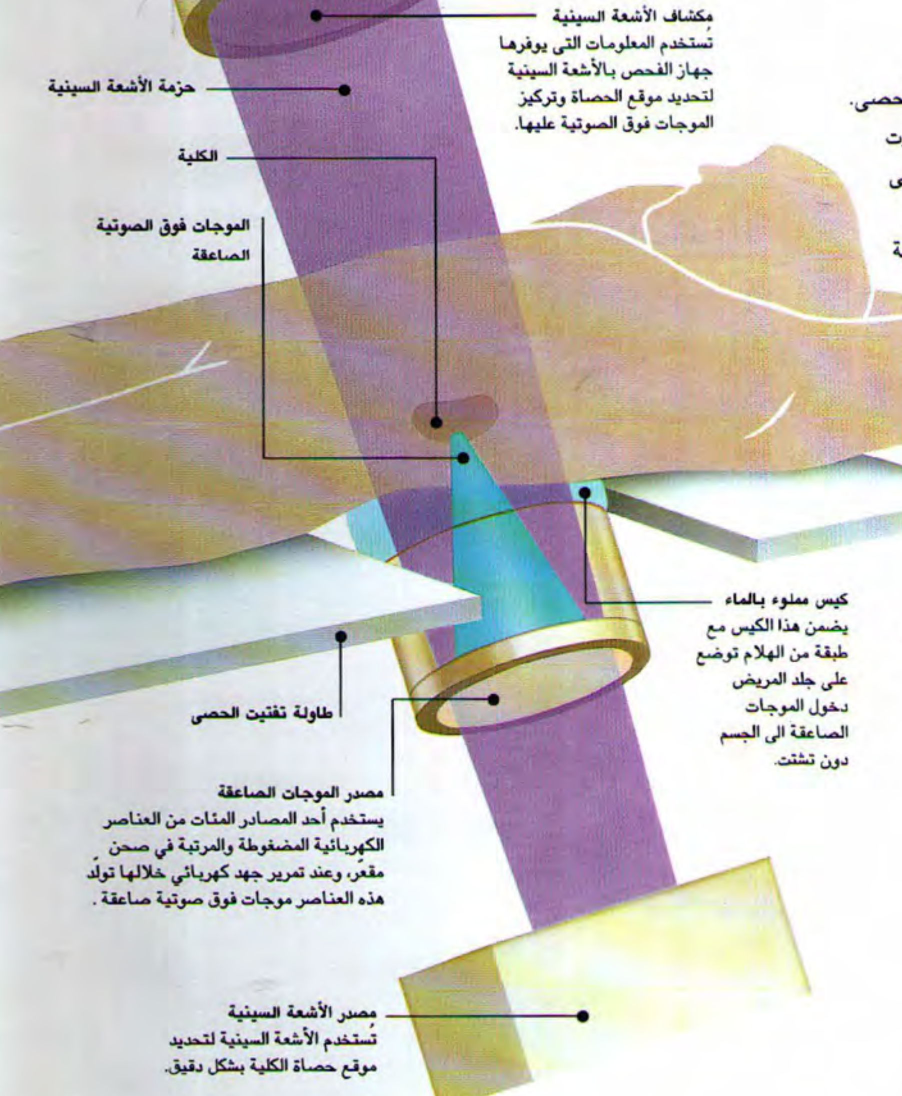


الصوت الفائق (Ultrasound)

يدعى الصوت الذي تفوق ذبذباته قدرة السمع عند البشر (أي أكثر من 20 كيلوهرتز، كما هو متعارف عليه) بالصوت الفائق أو فوق السمعي. تنقل الموجات فوق الصوتية الطاقة ويمكن لهذه الموجات أن تُعْكس أو تُكسر أو تُركز. وهذه الميزات تستغل في إستخدامات كثيرة، كما في سابر الصدى أو السونار. وفي الطب يستخدم الصوت الفائق في مجالات واسعة، من إجراءات تشخيصية وعلاجية ومن تصوير الجنين إلى تحطيم الحصى في الكلية.

يستخدم التنظير والتصوير الطبي بالموجات فوق السمعية موجات سمعية ذات ترددات عالية جداً، تتراوح عموماً بين 5 إلى 10 ميغاهرتز لتكوّن صوراً للأعضاء والأنسجة الداخلية . وأكثر هذه الإجراءات شيوعاً هو التنظير الجنيني للتأكد من حسن نمو الجنين ، كما تستخدم الأمواج فوق السمعية لتنظير الكلية والكبد والقلب والأوعية الدموية.

والمبدأ الذي يُعتمد عليه في الصوت الفائق هو ذات المبدأ الذي تعتمده الوطاويط في استخدامها الصدى لتحديد المواقع (سبر المواقع بالصدى). يركِّز مسبار خارج الجسم النبضات فوق السمعية على الموقع المراد فحصه، وتخترق النبضات الجسم وتنعكس عند الحافات الفاصلة بين نسيج وآخر ثم يُكشف عن النبضات المنعكسة وتعالج في حاسوب لينتجها على شكل صورة . ويساعد فوق الصوت الدوبلرى (Doppler Ultrasuond) - وهي طريقة تستخدم ظاهرة دوبلر (أي الاختلاف الظاهري في التردد المتسبب عن حركة مصدر الموجات او الصدى) في تصوير تدفق الدم . أما الصوت الفائق ذو الحدة العالية فقد يكون تأثيره مدمراً على أنسجة الجسم . ويمكن استعمال دقة منه دقيقة التوليف والتركيز لتدمير تراكيب غير طبيعية ، كحصى الكلية مثلاً، من خارج الجسم دون اللجوء لإجراء عملية جراحية لإزالتها.



تفتيت الحصى بالموجات الصاعقة

يميل بعض الناس لتكوين أجسام صلبة في الجهاز البولي تدعى الحصى. والحصى الصغيرة يمكن طرحها خارج الجسم ، أما الكبيرة فقد جرت العادة على استئصالها جراحياً. أما الآن فهناك طريقة حديثة تدعى تفتيت الحصى تجعل الجراحة غير ضرورية. خلال تفتيت الحصى يستلقي المريض على طاولة العلاج ويُحدد موقع الحصاة في الكلية بواسطة الأشعة السينية عادة، أو باستخدام الموجات فوق السمعية الاعتيادية في بعض الأحيان، ثم يتم تركيز حزمة فوق صوتية عالية القدرة على الحصوة فتفتتها الى جزيئات صغيرة يمكن طرحها خارج الجسم مع البول.

الموجة الصاعقة
تركز الموجة الصاعقة على حصاة الكلية.

الحالب
تمر جزيئات حصاة الكلية الدقيقة عبر الحالب مع البول.

الكلية

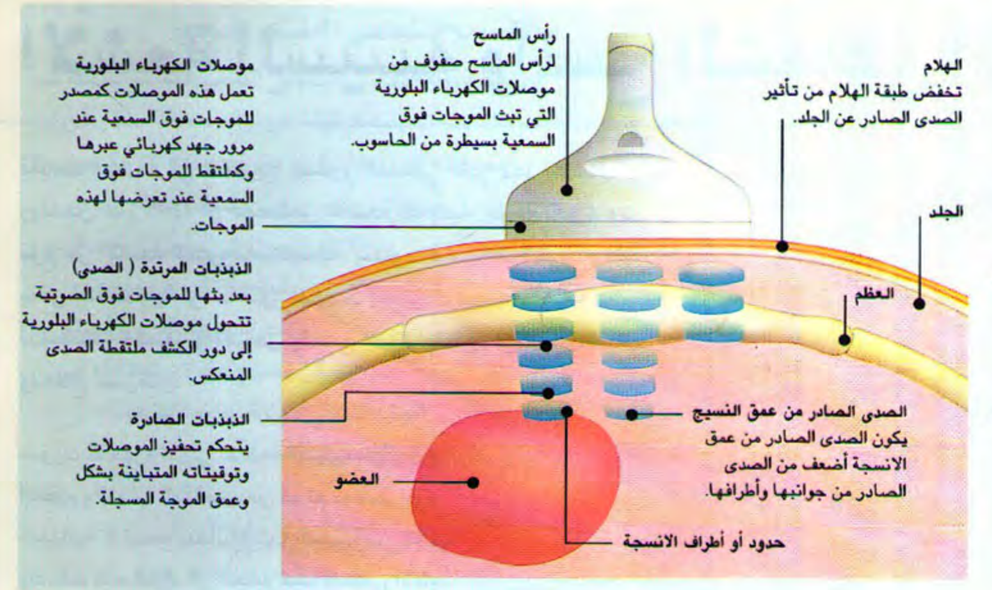
حصاة الكلية
تُفتت حصاة الكلية الصلبة بالموجات الصاعقة.

تحطيم حصى *الكلية*

تفتت الموجات الصاعقة شديدة التركيز حصوة الكلية دون إلحاق الأذى بالأنسجة المحيطة بها. ويتم تمرير حوالى 3000 موجة صاعقة خلال ساعة واحدة من العلاج.

المسح فوق السمعي

يتألف المِكشاف فوق الصوتي (جهاز الكشف فوق السمعي) من رأس ماسح يمثل مصدر البث والإلتقاط ومن حاسوب وجهاز عرض. تهتز الموصلات الكهربائية البلورية في الرأس الماسح تحت تأثير الجهد الكهربائي مولدة الأمواج فوق الصوتية. وينظِّم الحاسوب مستوى الجهد الكهربائي ويركز الموجات فوق الصوتية . تخترق هذه الموجات الأنسجة والأعضاء المختلفة بسرعة متباينة وتنعكس جزئياً عند مرورها بين حافات هذه الأنسجة والأعضاء. وتسبِّب الموجات المنعكسة المرتدة ارتجاج موصلات الكهرباء البلورية واصدارها جهداً كهربائياً ، فيحلل الحاسوب قوة الارتداد هذه وفرق تباطئ بثها محولاً ذلك إلى صورة مرئية تعرض على شاشة العرض.



المسح الجنيني

المسح فوق الصوتي مسح بسيط وأمين وغير مكلف ولا يتضمن أي أشعة نووية أو كهرومغناطيسية، لذلك يصلح لمسح الجنين وكإجراء تشخيصي روتيني أثناء الحمل. ويستعمل المسح فوق الصوتي قبل الولادة لقياس نمو الجنين وللتثبت من عدد الأجنة ولمسح التشوهات كالسنسنة المشقوقة ومتلازمة داون.

سلك إلى الحاسوب

رأس الماسح
يحتوي رأس الماسح على مئات الموصلات الكهربائية التي لا يزيد عرض واحدها عن ملمتر واحد.

حزمة الموجات فوق الصوتية
تحت سيطرة الحاسوب، تبث الموصلات الكهربائية نبضات تتحد مع بعضها لتكوِّن بقعة من الموجات الصوتية محكمة التركيز.

طبقة الهلام
بما أن الموجات فوق الصوتية تنعكس عند التقاء الهواء بالانسجة عليه، توضع طبقة من الهلام بين الرأس الماسح والبطن لتخفيف الصدى الصادر عن سطح الجلد.

البطن

الجنين

الرحم

مستوى المسح
تُمسح بقعة فوق السمع المركَّزة مسحاً الكترونياً عبر مستوى واحد لتعطي صورة لشريحة ثنائية الأبعاد في الرحم والجنين.



المسح فوق لاسمعي المجسّم للجنين

ينتج التنظير الجنيني فوق الصوتي الأكثر شيوعاً صوراً ثنائية الأبعاد ، ومن الممكن تجميع هذه الشرائح ثنائية الأبعاد باستخدام حواسيب متطورة لتنتج صورة دقيقة ذات أبعاد ثلاثية، أي مجسمة، مما يساعد على تشخيص بعض التشوهات الخلقية بسهولة أكبر.

مراقبة تقدم الحمل

يُجرى مسح فوق سمعي عادة بعد مرور سبعة أسابيع على الحمل المشكوك به للتثبت منه . وعند الاسبوع العشرين من الحمل يُجرى مسح آخر للتثبت من عدد الأجنة ومن التشوهات الخلقية. ويُجرى مسح أخير في الاسبوع الرابع والثلاثين لقياس حجم الجنين ومتابعة نموه.

الأشعة السينية والمسح الشعاعي الطبقي المبرمج

تقدمت المعرفة في التشريح البشري الداخلي كثيراً بعد اكتشاف وليم رونتجن عام 1895 أن امتصاص الأشعة السينية (أشعة اكس)، وهي نوع من الأشعة الكهرومغناطيسية، يتفاوت من مادة لاخرى، وعليه يمكن استخدامها لرسم صور للجسم. ويمكن استخدام الأشعة السينية لتشخيص الكسور والأمراض ولمسح المواد وتحرّي تركيب البلورات ولعلاج السرطان.

صوّرت الأجهزة الأولى للأشعة السينية ظلال الرئة وكسور العظام والتهاب المفاصل. من ثمّ تمّ تحضير مواد كيميائية لا تسمح بنفاذ الأشعة السينية من خلالها وادخلت هذه المواد الى الجسم عمداً لتمتص الأشعة السينية ولتجعل تصوير الأنسجة الرخوة غير الصلبة ممكناً ، حيث تُبتلع وجبة من الباريوم لتظهر القرح المعدية ، وتُحقن الأصباغ الزرقاء لتصوير القلب والكلى . وقد استحدثت أخيراً أجهزة للمسح الشعاعي الطبقي المبرمج بالحاسوب ، حيث تستخدم هذه الأجهزة عدة حزم من الأشعة السينية لتبني صوراً مفصلة لمقاطع متتالية في الجسم . وتُظهر المسوح الشعاعية الطبقية المبرمجة تركيب كل الأنسجة والعظام بوضوح لتحسّن بذلك تشخيص الأمراض وعلاجها.

انبوب الأشعة السينية
تُعجِّل سرعة الالكترونات داخل هذا الأنبوب الزجاجي إلى نصف سرعة الضوء .

الأنود
ترتطم الالكترونات بالأنود أو القطب الموجب، وهو مخروط دوار من التنغستن، فتنتج حزماً من الأشعة السينية التي تعكس الى الأسفل.

أسلاك الفولتية المنخفضة

أسلاك الفولتية العالية

الكاثود
يطلق تيار من الفولتية المنخفضة الالكترونات من لفيفة من التنغستن عند المهبط أو القطب السالب ثم تسرع هذه الالكترونات بالفولتية العالية بين المهبط والمصعد .

المرآة
ينير الضوء المنعكس من المرآة المنطقة المراد تصويرها بالأشعة السينية .

مصباح الضوء

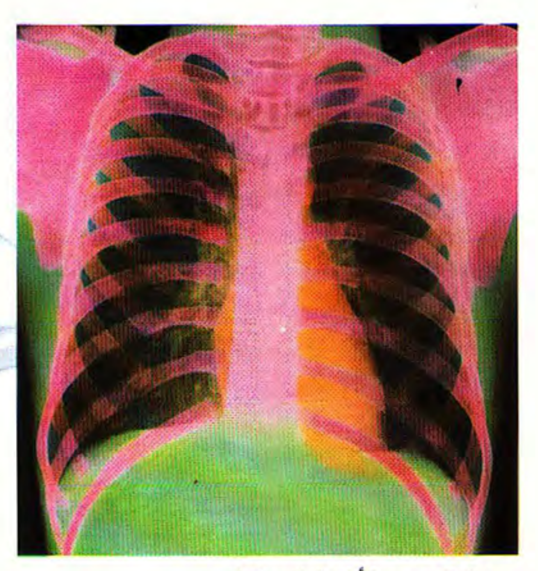
حاملة الفتحة
تحجب صفيحة من الرصاص مرور الضوء والأشعة السينية إلا من خلال الفتحة فيه.

حزمة الأشعة السينية
تعرض الأشعة السينية التي تعبر خلال الجسم فيلم التصوير الذي تسقط عليه.

حاملة الأفلام
يلتقط فيلم التصوير ذو الجهتين الحساستين للأشعة السينية صورة المسح الذي تقويه الستائر الفوسفورية الموجودة على جانبي الفيلم.

التصوير بالأشعة السينية

يقذف انبوب الأشعة السينية حزمة من هذه الأشعة عبر الجسم ومنه إلى فيلم تصوير مُنتجاً صورة سينية الشعاع . تمر هذه الحزمة عبر فتحة متباينة السعة ويتم امتصاصها حسب كثافة نسيج الجسم الذي تخترقه ، فالعظام تمتص كمّاً أكبر من حزمة الأشعة السينية مما تمتصه العضلات او الرئتان أو الانسجة الاخرى فتظهر فاتحة اللون في الصورة السينية الشعاع.



صورة الصدر بالأشعة السينية

تبين هذه الصورة المأخوذة بالأشعة السينية والمحسّنة بالألوان أن رئتي صبي في الحادية عشرة من العمر (الداكنة) وقلبه (الأصفر) سليمان . كما تبين الصورة بعض الفقرات في العمود الفقري والأضلاع وعظام الترقوة (الوردية اللون) والحجاب الحاجز (الأخضر).

التصوير الشعاعي الطبقي المبرمج

تسلط ماسحة التصوير الشعاعي الطبقي المبرمج سلسلة من حزم الأشعة السينية الرقيقة من زوايا مختلفة خلال دوران اسطوانته لدورة كاملة في دائرة من 360 درجة حول جسم المريض، ويرسل مِكشاف قبالة انبوب الأشعة رموزاً إلى حاسوب يوحّد الصور المتعددة إلى صورة مقطع واحد تُظهِر قطاعاً في الجسم. ويمكن تجميع عدد من المقاطع في الجسم لتعطي صورة مجسمة للأعضاء بكاملها، يمكن حينئذ فحصها.



صورة المسح الشعاعي الطبقي المبرمج

تساعد هذه الصورة التي تبين جزءً من جهاز الهضم البشري منظوراً من الأسفل، تساعد الجرّاح في التخطيط لعملية صعبة قريبة من أعضاء حيوية. وترى الأضلاع والعمود الفقري (اللون الأصفر) والمعدة والإثني عشري (اللون البنفسجي) والطحال (اللون الأخضر) والكلى (اللون الأزرق الفاتح).

التصوير بالرنين المغناطيسي والمسح بانبعاث البوزترون

تمكّن وسائل التصوير الطبي الحديثة الأطباء النظر داخل الجسم البشري بتفصيل اعلى بكثير مما توفره الأشعة السينية . فتقنيات كالتصوير بالرنين المغناطيسي (MRI) والمسح الشعاعي الطبقي بابتعاث البوزترون(PET) لا تصور الانسجة الرخوة داخل الجسم فحسب، بل تكشف كذلك عن بعض التفاعلات الكيميائية داخل هذه الانسجة التي تقوم بوظائف معينة. كل هذه التقنيات مجتمعة تحدث ثورة بنواحي عديدة في التشخيص والعلاج والبحث.

يعتمد التصوير بالأشعة السينية على تباين أنسجة الجسم المختلفة في امتصاصها للأشعة السينية ، تحوّل تقنيات الرنين المغناطيسي (IRM) والمسح الشعاعي الطبقي بابتعاث البوزترون (PET) الجسم إلى باث للإشعاع . فالمسح بابتعاث البوزترون يكشف الإشعاع المنبعث من مادة كاشفة تُدخَل إلى الجسم. تستقطب مناطق الجسم الأكثر تفاعلاً هذا الكاشف، وعليه يُستعمل المسح بابتعاث البوزترون للتعرف على الفعاليات الحيوية في الجسم . أما في التصوير بالرنين المغناطيسي فيُمَغْنط الجسم كله ثم يمسح بالموجات الراديوية لترسيم صور مختلفة لتركيب الانسجة ومحتوياتها . تعطي هذه التقنيات معلومات أكثر وتعرِّض الجسم لمخاطر أقل من التصوير بالأشعة السينية .

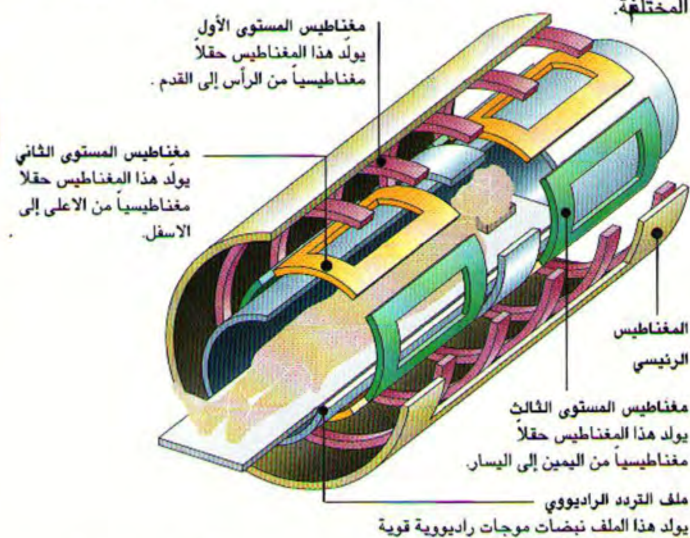


مقطع بماسح الرنين المغناطيسي في الرأس بألوان معظمه.

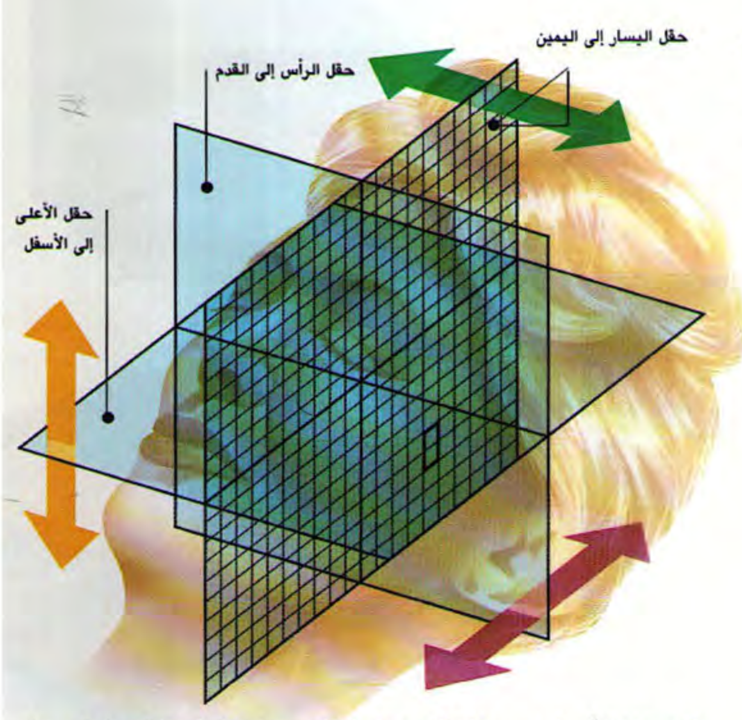
يولد المسح بالرنين المغناطيسي صورة تعتمد على توزيع ذرات الهيدروجين في الجسم. تتواجد ذرات الهيدروجين في الماء وفي الكثير من الجزيئات العضوية. تحتوي سوائل الجسم أعلى كثافة لذرات الهيدروجين وتليها الأنسجة الرخوة فالغضاريف والأغشية. أما العظم فلا يرى بالرنين المغناطيسي.

كيف يعمل المسح بالرنين المغناطيسي

تحتشد ذرات الهيدروجين التي يعمل كل منها كمغناطيس في الجسم وتصطف هذه الذرات عادة بشكل عشوائي في الجسم ، عليه لا يكون للجسم أي حقل مغناطيسي محدد . يَفرض ماسح الرنين المغناطيسي على هذه الذرات أن تصطف على شكل خطوط ثم تسبر الجسم بموجات راديووية لتكشف كثافة الهيدروجين في المناطق المختلفة.



1 تحتوي ماسحات الرنين المغناطيسي عدة ملفات مغناطيسية، لكل منها وظيفة محددة. يكون المغناطيس الكهربائي الرئيسي عاملاً طيلة فترة العمل ويتم تشغيل كل واحد من مغانيط المستويات الثلاثة حسب الحاجة . في الخطوة الاولى للمسح ، يُدخل المريض ماسح الرنين المغناطيسي لينغمر بحقل فائق القوة يولده المغناطيس الرئيسي .



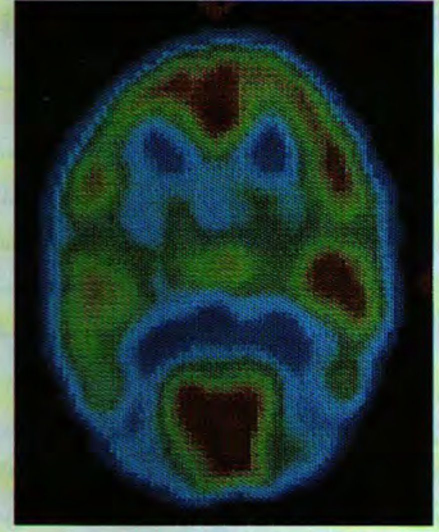
2 عند تشغيل أي واحد من مغانط المستويات الثلاث ، يعدل حقل المغناطيس الرئيسي على محور واحد ، مما يمكّن الفاحص من اختيار مقطع معين من الجسم . ويحدد مغناطيس واحد المقطع المختار في حين يقوم المغناطيسين الآخرين بمسح المقطع من الأعلى الى الأسفل ومن جانب إلى الجانب الآخر . ثم يقسم حاسوب الماسح المقطع المختار إلى شبكة من المربعات.

كيف يعمل المسح بابتعاث البوزترون

يرسم المسح الشعاعي الطبقي بابتعاث البوزترون وظائف أعضاء وانسجة الجسم بكشف كمية التفاعلات الأيضية او الكيميائية في جزء معين من الجسم ، حيث تُدخَل إلى الجسم كمية صغيرة من مادة كاشفة ، غالباً ما تكون الغلوكوز المشع . وترقم جزئيات الغلوكوز بذرات الفلورين المشع ويتركز الراقم المشع في تلك الأجزاء من الجسم التي تكون أكثر فاعلية وتحتاج أكثر من غيرها من الغلوكوز. ومن ثم يتم مسح الإشعاع المنبعث من احلال الجزيئات الكاشفة بواسطة حلقة من المكاشيف.

ترسيم الدماغ

ينتج الماسح بابتعاث البوزترون خارطة للفعاليات في انسجة الدماغ وذلك من خلال رصده للاشعاع المنبعث عند تصادم البوزترونات الناتجة عن جزئيات الكاشف المشع ، بالإلكترونات الموجودة في انسجة الدماغ.



مسح بانبعاث البوزترون لفعالية الدماغ

لقد تم تشفير الوان هذا الرسم ليوضح التباين في فعالية الدماغ عند الإصغاء للموسيقى . يمثل اللون الأحمر واللون الأصفر فعالية عالية ، في حين يمثل اللون الأخضر واللون الأزرق فعالية ادنى . ويتمكن الباحثون من استخدام المسح بالإنبعاث بالبوزترون للتعرف على أجزاء الدماغ التي تستعمل في أنماط التفكير المختلفة ، في حين يتمكن الجراحون من التعرف على الأجزاء المتضررة من الدماغ.

3 يدفع الحقل المغناطيسي الرئيسي القوي ذرات الهيدروجين لتصطَفّ باتجاه واحد ولتتأرجح حول أقطابها المغناطيسية بتردد يدعى تردد لارمور.

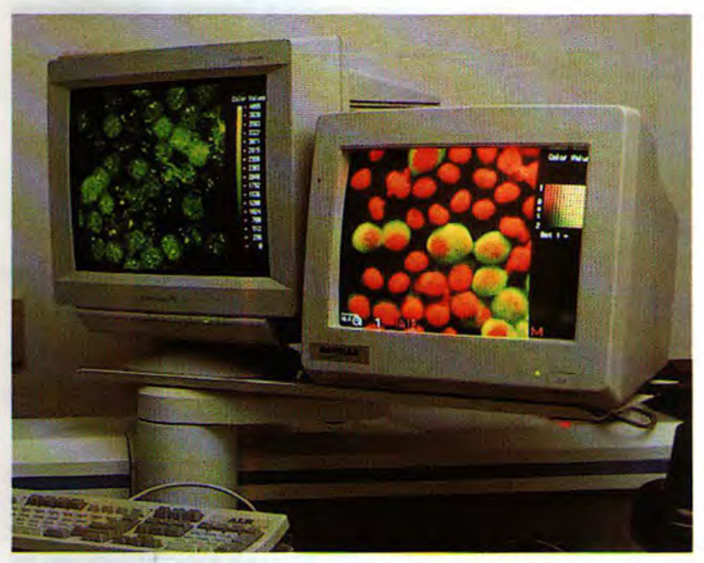
4 عندما تشع على الجسم نبضة من الموجات الراديووية بتردد لارمور، تَمتص ذرات الهيدروجين طاقة هذه الموجات وتزاح مؤقتاً عن مواقع اصطفافها.

5 عند تشغيل مغناطيسا التدرج تزاح ذرات الهيدروجين عائدة الى مواقع اصطفافها الأولية مع الحقل المغناطيسي الرئيسي، مبتعثة موجات راديووية. وتعتمد قوة وتردد الموجات الناتجة على قوة الحقل المحلي. وعليه تصدر ترددات راديووية مختلفة من مناطق مختلفة من المقطع، وتبين قوة الاشارة مدى تركيز ذرات الهيدروجين.

تصميم العقاقير الحديثة

العقاقير هي مواد مصنعة او طبيعية تؤثر في الفعاليات الفيزيولوجية للجسم. كان هذا التأثير في السابق يُكتشف بالصدفة، أما اليوم فتصنع العقاقير في المختبر حسب الطلب بالاستعانة بالتصوير المجسَّم الذي يخططه الحاسوب للتركيب الجزيئي للعقاقير وللمواد الطبيعية الموجودة في أجسامنا وهي المواد التي تصمم لها العقاقير لكي تتفاعل معها.

تصنع خلايا الجسم مواد تدعى البروتينات تؤثر في وظائف الجسم .يتكون العديد من البروتينات نتيجة التفاعل الحاصل بين مركب كيميائي طبيعي مراسل من خارج الخلية ، كجزيئة هرمون، مع مستقبل خلوي (هو بدوره بروتين ايضاً) على سطح الخلية . والمستقبلات الخلوية هي كغيرها من جزيئات البروتينات تتألف من سلسلة من الاحماض الأمينية ذات شكل خاص بكل منها. أما جزئية مراسل فيتطابق شكلها تماماً مع شكل الجيب او التجويف الموجود في جزيئة المستقبل، عليه تنطبق جزيئة المراسل مع جزيئة المستقبل كتطابق المفتاح مع القفل، باعثة عندئذ إشارة كيميائية إلى الخلية لتبدأ بصنع البروتين. ويستطيع الحاسوب أن يرسم صورة دقيقة لشكل الجيب في جزيئة المستقبل، ليتم بعد ذلك مطابقة أشكال جزيئات عضوية مختلفة معها، ثم يتم اختيار أكثرها ملائمة ليتم بعد ذلك فحص فعل هذه الجزيئة كعقار. بعض هذه المواد يعيق والبعض الآخر يحث تصنيع البروتينات . ويمكن تصميم العديد من العقاقير باستخدام برامجيات الحاسوب للرسم المجسم.

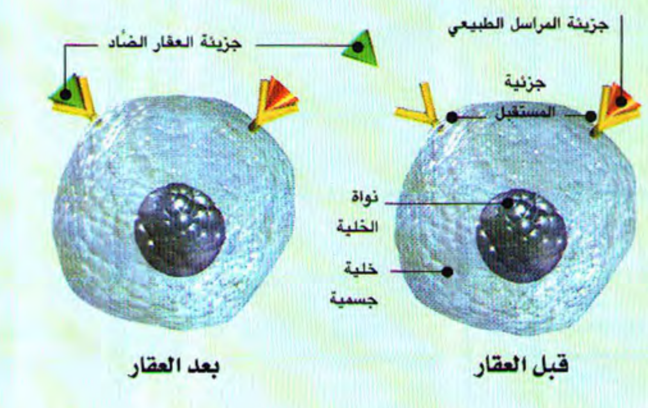


تصميم نماذج العقاقير على الحاسوب

في أحدث تقنيات تصميم العقاقير، تحضَّر صور مجسمة لجزيئة العقار ولجزيئة البروتين المستقبل التى يتفاعل معها العقار. يظهر التركيب الجزئي للبروتين المستقبل باستخدام تقنية ماسحة تدعى صورة النمط البلوري (X-ray crystallography)، ينتج عنها باستخدام برامجيات التصوير بالحاسوب نموذج مجسّم لهذه الجزيئة، ومن ثم يصمم نموذج للعقار المتوقع وتحرك صورته على شاشة الحاسوب لينطلق مع جزيئة البروتين المستقبِل.

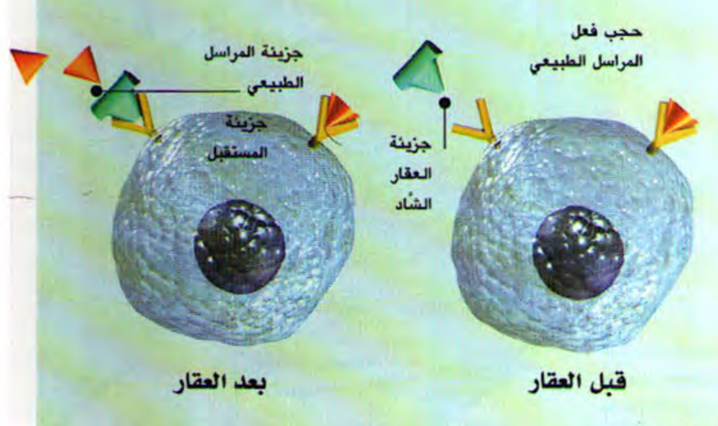
كيف تعمل العقاقير

تقوم أغلب العقاقير بفعلها بارتباطها بالمستقبل ، وهو بروتين متخصص يقع على أغشية خلايا الجسم او على أغشية خلايا الكائنات المسببة للمرض في الجسم، فيحث او يثبط تفاعلاً كيميائياً. فعادة ترتبط المستحثات الكيميائية الطبيعية، كالهرمونات ، مع المستقبلات لتحدث تغيرات داخل الخلايا فتغير بذلك بعض فعاليات الجسم. تحاكي العقاقير الشاذة أو المساندة (agonists) المستحثات الكيميائية الطبيعية بتحفيز فعاليات هذه المستحثات داخل الخلايا. وهناك عقاقير اخرى تعرف بالمضادات (antiagonists) تحجب تأثير المستحثات عليه كي لا يُحدث في الخلايا أي تغير.



العقار المساند

ترتبط جزيئات مراسل كيميائي طبيعي مع مستقبلات على سطح خلية لتنتج تغيرات كيميائية في تلك الخلية. يحاكي العقار المساند عمل المراسل الكيميائي الطبيعي فيساند تأثيره.

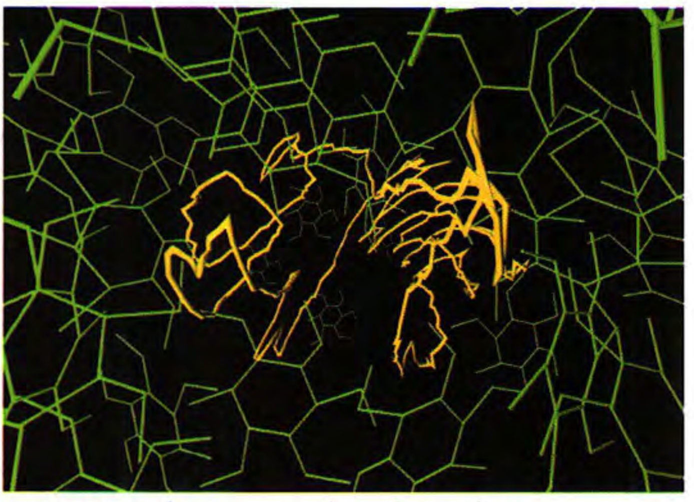


العقار المضاد

يرتبط العقار الضّاد مع المستقبل ، إلا انه لايحدث أي تغير في الخلية. وبما أن العقار المضاد يحتل المواقع على المستقبل ، فان ذلك يعيق تأثير المراسل الكيميائي الطبيعي.

صياغة عقار حديث

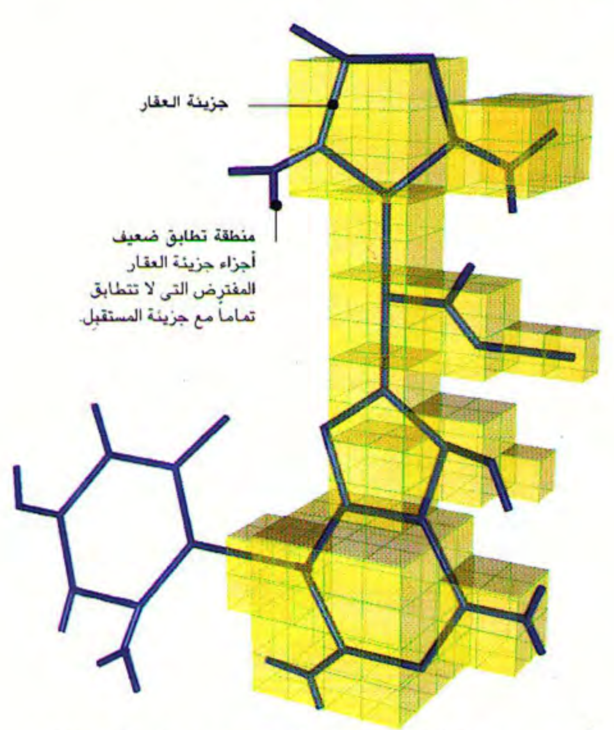
تصمم العقاقير الحديثة بمساعدة برامجيات الحاسوب التي ترسم التركيب الجزيئي لكلا الطرفين : العقاقير المحتملة والمواد الكيميائية المستقبلية التي تدخل فيها وتتطابق جزيئة العقار مع تجاويفها، ويجب أن تترابط كيميائياً جزيئة العقار مع تجاويف المستَقبل. وقد تعود هذه المستقبلات لخلايا جسم الانسان او لكائنات تغزو الجسم مسَببة له المرض، كالبكتيريا او الحميات (الفيروسات). ويقلِب مشغل الحاسوب صورة جزيئة العقار المجسمة على الشاشة لينتخب أفضل التطابق بين جزيئات العقاقير المحتملة والجزيئة المستقبِلة. وعند الحصول على أفضل التطابق لها ، يصنع العقار وتبدأ تَجربته السريرية.



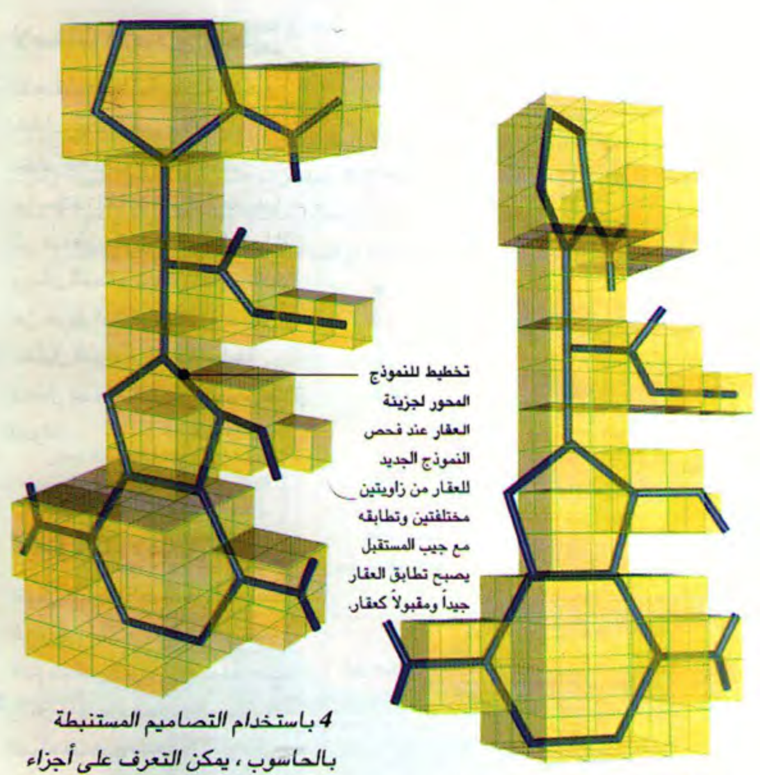
1 ينتج الحاسوب نموذجاً تخطيطياً مجسماً لتركيب بروتين المُستَقبل المستهدَف (الذي يظهر باللون الأخضر هنا) بالإستعانة بالتعاقب المعروف للحوامض الأمينية للبروتين. ويظهر الجيب الذي يمكن أن يستوعب جزيئة العقار المرتقب باللون الأصفر.



2 تُرفع من الصورة المناطق التي تبين مخطط التركيب الجزيئي للبروتين ويبقى نموذج الجيب الذي يمكن تقليبه على الشاشة ويمثل هذا النموذج نقطة البداية في تصميم جزيئة العقار الذي سيقوم بتحفيز او بمنع تغير كيميائي داخل الخلية.



3 يدخَل مصور جزيئة العقار المفترض في جيب نموذج جزيئة المستقبِل على شاشة الحاسوب لفحص مدى مطابقتها. ويفحص عدد كبير من تصاميم لعدة مواد كيميائية تختلف اختلافات طفيفة في تراكيبها الجزيئية على الشاشة حتى يتم الحصول على التطابق المناسب.



4 باستخدام التصاميم المستنبطة بالحاسوب ، يمكن التعرف على أجزاء مخطط الجزيئة التي تبرز من الجيب ، ومن ثم يتم تحوير جزيئة العقار لتعطي التطابق المناسب . وعند العثور على أفضل تصميم جزيئي، يمكن إنتاج العقار في المختبر ومن ثم اختبار تأثيره وسلامته.

أساليب إيصال الدواء

مكّن التقدم في توصيل الدواء من أخذ العلاج من دون استعمال حبة او حقنة دواء ، فقد أحدث تطوير اللاصقة الجلدية ذات التحرير البطيء للدواء وغرسات الدواء والمضخات المغروسة داخلياً والتي تطلق تلقائياً جرعات دقيقة التحديد على فترات منتظمة ، إضافة إلى طرق عديمة الألم لنقل الأدوية إلى مجرى الدم مباشرة، كل ذلك أحدث ثورة في العلاج الطبي.

مع أن الجلد يظهر كحاجز منيع حول جسم الإنسان، إلا أنه نفّاذ. وأول البحوث في التحرير البطيء للدواء أو اللاصقات عبر الجلد حدثت في الخمسينيات ، إلا أن الاهتمام بذلك لم يحدث الا في الثمانينات من القرن العشرين. وكان احد الاستعمالات الاولى هو في علاج غثيان السفر، إلا إن اللطخات تستعمل الآن لعدد كبير من الاستخدامات، بما فيها التعويض عن الهرمونات او علاج الذبحة الصدرية او الزرق او المساعدة في الحمية وفي الامتناع عن التدخين. أمّا الأدوية المغروسة فهي تطور احدث . وتستعمل كبسولات الدواء بطيئة التحرير المغروسة تحت الجلد لتعطي وقاية طويلة الأمد ضد الحمل ، في حين تستعمل المضخات المغروسة لعلاج أمراض كالسكر والسرطان.

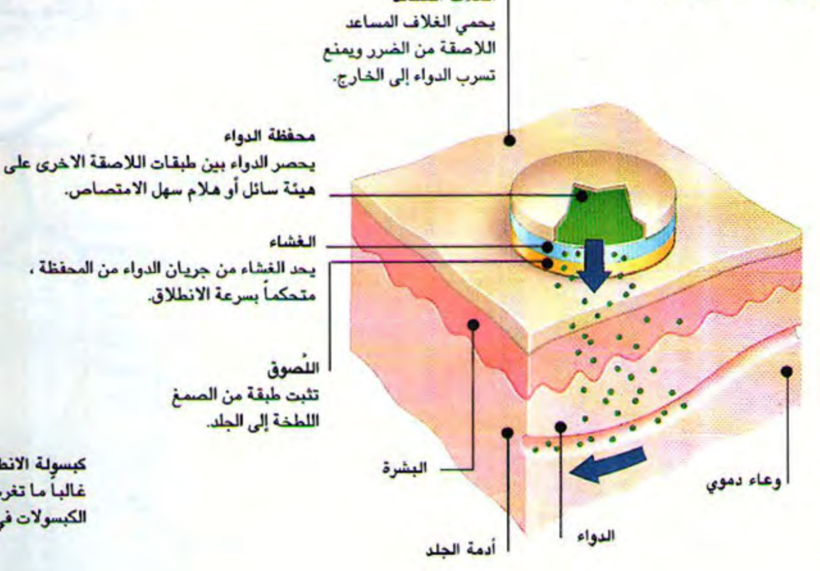
الأدوية الهدافة

فيما توصل بعض الطرق الحديثة الدواء بدون ألم إلى مجرى الدم حيث يصبح نافذ المفعول مباشرة، تعمل طرق اخرى إلى استهداف المناطق المطلوب علاجها بدقة اكبر مما سبق. فكبسولات ولاصقات الاطلاق البطيئ تستعمل لتوصيل الأدوية التي يجب توزيعها لكافة أنحاء الجسم، أما الحقن والمضخة الداخلية ذات القسطار فيمكنها استهداف مناطق معينة كالأسنان او العمود الفقري.

حقن المسحوق
تستخدم حقنة ذات ضغط عالٍ لاعطاء المخدر في اللثة.

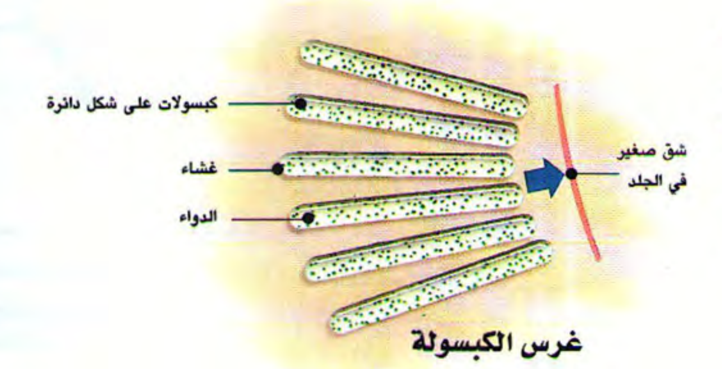
اللاصقة
تلصق لاصقة بطيئة الانطلاق إلى جزء جافٍ نظيف غير مشعر من الجسم كالورك او الجذع أو العضد

كبسولة الانطلاق البطيئ
غالباً ما تغرس هذه الكبسولات في الذراع.



لاصقات الإطلاق البطيئ

للاصقات العادية بطيئة التحرر طبقات عدة. تعمل اللاصقات بظاهرة النضوح التي تنتشر بواسطتها المادة المركزة طبيعياً إلى مناطق يكون تركيزها فيها أقل. ويمكن التحكم بمعدل تحرير المادة عن طريق استخدام غشاء حاجز أو بتعليق الدواء في مادة حاملة فتعمل هذه المادة على إبطاء إطلاق الدواء .



كبسولات الإطلاق البطيء

تتمكن الكبسولات المغروسة تحت الجلد من إطلاق الأدوية الى مجرى الدم مباشرة . ولكل كبسولة غشاء رقيق ناضج يحيط بهلام علق فيه الدواء فينضح منه هذا الدواء إلى الجسم ببطئ ، قد يستغرق أعواماً في بعض الأحوال.

ملقّمة الحقن

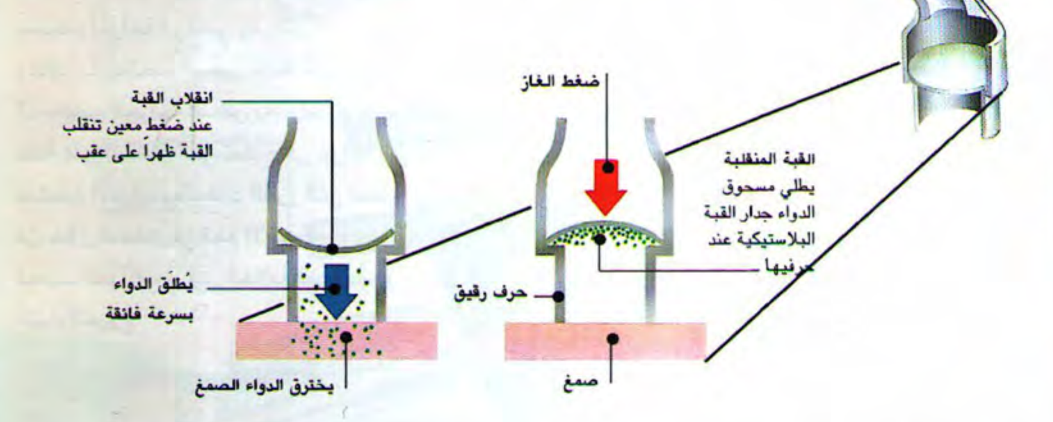
بدل أن يترك الدواء ليتخلخل او ينضح عبر الجلد تدريجياً تدفعه طرق جديدة الى مجرى الدم بسرعة عالية جداً بحيث يخترق طبقات الجلد الخارجية. هذه الطرق عديمة الألم ولا تستخدم إبر الزرق ، بل تعتمد على ضغط الغاز لحقن الدواء الذي يحضّر على شكل مسحوق دقيق جداً. ولملقّمات الحقن استعمالات عديدة ، بما فيها طب الاسنان . وبما أن الملقّمة لا تدخل الجلد ، فلاحاجة لرميها بعد استعمالها للحفاظ على نظافتها وتعقيمها.

الاسطوانة الدقيقة
تزود خرطوشة غاز الهيليوم المضغوط الذي يرفع الحقن.

الغشاء
يحجب حاجز رقيق الغاز حتى يصل ضغطه حداً يفجر فيه هذا الحاجز.

انبوب الصدمة
يركز ويقوي انبوب طويل ضغط الغاز .

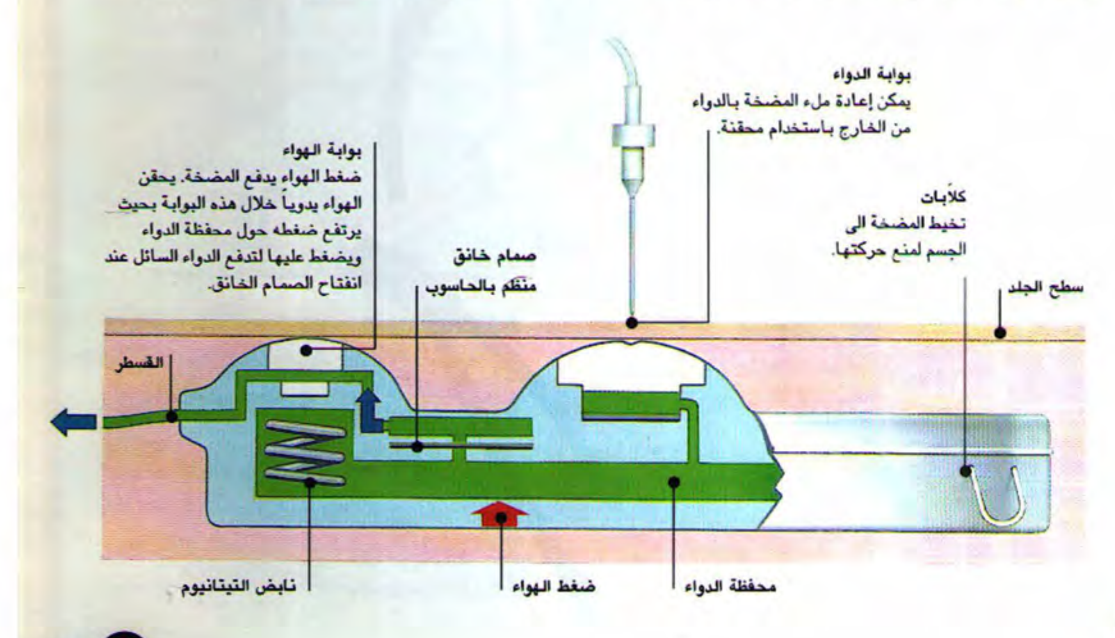
غاز الهيليوم



المضخة
يجب أن تصنع المضخات التي توضع داخل الجسم من مواد لايرفضها الجسم كالتيتانيوم.

مضخات تشغَّل من خارج الجسم

تطلق المضخّات المغروسة كمية معينة من دواء سائل بانتظام من خلال انبوب يعرف بالقسطر يمتد إلى الموقع الذي يحتاج الدواء مباشرة. وتستخدم هذه المضخات في علاج السرطان وداء السكر والآلام المزمنة . داخل المضخة هناك جهاز توصيل ومحفظة للدواء ومولد طاقة والكترونيات تتحكم بمعدل اطلاق الدواء. وتتم ملاحظة المضخة من خلال مراقب خارجي ويعاد ملؤها بانتظام .



الجراحة بالمنظار الداخلي

تُعتبر الجراحة بالمنظار الداخلي إجراءاً ثورياً، حيث يعمل الجرَاح دون احداث جروح كبيرة. تعتمد هذه الجراحة على استخدام منظار داخلي وهو انبوب للرؤية يدخل من خلال شق صغير او فتحة طبيعية في الجسم، مثل الفم، تُدخَلُ من خلالها أدوات صغيرة للجراحة. تُنجز الجراحة تنجز بوقت أقصر، وتخلف ندوباً أقل، وتلتئم بشكل اسرع من الجراحة المفتوحة.

تُعطى المناظير الداخلية أسماءً مختلفة تعتمد على الجزء من الجسم الذي يتم فحصه . فمنظار جوف البطن يُستخدم في عمليات البطن، ومنظار القصبات يُستخدم لجراحة الرغامي والرئتين، ومنظار المفصل يستخدم للمفاصل. وغالباً ما يُستخدم المنظار كأداة للتشخيص ، ولكنْ كثيراً ما يقود هذا التشخيص للجراحة الناظورية، وتساعد تقنية التصوير الجرَّاحَ في التصرف بدقة على المناطق التي تحتاج الى جراحة قبل إجرائها . هذا ويمكن أن تستخدم الأدوات وملحقات الليزر التي تُدخل من خلال المنظار في قَطْع الانسجة ، أو تجفيف السوائل ، او قتل الخلايا المريضة، أو التئام الجروح.



مرقاب التصوير الفيديوي

تُنقل صورة موقع الجراحة بواسطة الياف بصرية إلى العدسة العينية للمنظار وكذلك إلى مرقاب التصوير.

مجموعة المنظار الجراحي الداخلي

يستعمل الجرَاح بكرات التنظيم الموجودة على المجموعة اليدوية ليحرِّك المنظار داخل الجسم. وتحمل هذه المجموعة أيضاً منظِمات لنقل الماء والهواء إلى طرف المنظار ولإزالة الفضلات بالامتصاص كما تتصل المجموعة اليدوية بمرقاب التصوير.

الأدوات المنظارية

تدخل أدوات جراحية متخصصة مسيّرة بواسطة الكابل عبر المنظار الداخلي لتمكّن الجراح من العمل داخل الجسم. تستعمل الملاقط لمسك ولإزالة تلك الأجزاء من الجسم التي تجرى عليها الجراحة. ويمكن لسلك لولبي كهرومغناطيسي قطع أو سد نسيج باستخدام تيار كهربائي عالي التردد. كما يزيل ملقط الخزع عينات صغيرة من النسيج وتكشط فُرش الفحص الخلايا من سطح الانسجة ومن ثم يمكن فحص هذه العينات للتعرف على اصابتها بالجراثيم او بالمرض . وتشمل الأدوات الاخرى ملحقات الليزر التي تستعمل في استخدامات عديدة لقطع او لسد الانسجة ولتوقيف نزف الدم . في هذه الأيام حلّت الجراحة بالتنظير محل الجراحة المفتوحة في الكثير من العمليات.



انبوب المنظار الداخلي

هناك قنوات داخل الانبوب تحتوي أسلاك تحكّم وألياف بصرية، زجاجية ناقلة للضوء ، وهي لاتزيد سماكة عن الشعرة البشرية، تضيء الجسم من الداخل وتنقل منه الصور. ويحمل غيرها من القنوات الهواء والماء وطيفاً من الأدوات الجراحية إلى موقع الجراحة.

سلك التحكم الأيمن
يسمح سلك هذا المنظم للمنظار بالميل الى اليمين.

موجّه الصورة
تنقل هذه الرزمة من الألياف البصرية صورة موقع الجراحة إلى العدسة العينية.

قناة الخزع
تمر عبر هذه القناة الأدوات الجراحية والأسلاك المتحكمة بها

سلك التحكم إلى الأعلى

سلك التحكم الأيسر

سلك رفع الأدوات
يتم التحكم ببعض الأدوات عن طريق سلك التحكم بالأدوات .

موجّه الضوء
يُمد الضوء الى داخل الجسم من خلال هذه الحزمة من الألياف البصرية.

سلك التبئير
يستعمل هذا السلك لتعديل العدسة وتركيز الصورة.

أنبوب الماء
ينقل الماء هذا الأنبوب لتنظيف حرف المنظار الداخلي ولسحب الأوساخ.

سلك التحكم النازل

أنبوب الهواء
يضخ الهواء إلى الموقع ويسحب منه عبر هذا الانبوب.

الموجّه الضوئي

قطع المعدن اللولبية المتشابكة
تحمي طبقة معدنية ثانية انبوب المنظار من الداخل.

الضَفيرة المعدنية
يكونِ الغلاف المعدني مرناً الى حد تمكنه من شق طريقة حول أي عضو.

الاستئصال بالمنظار لسليلة مخاطية

يستعمل المنظار القولوني لفحص القولون، وهو الجزء الأعلى من الأمعاء الغليظة، لإكتشاف شذوذ كالأورام والكتل الصغيرة التي غالباً ما تسبب نزف الدم وقد تصبح سرطانية. ولكي ينثني في طريقه خلال الأمعاء الغليظة على مدى طولها، يجب أن يكون المنظار مرناً للغاية . وإذا وُجدت سليلة مخاطية تُلتقط بسلك العروة وتُقطع بتمرير تيار كهربائي ذي تذبذب عالٍ عبر العروة ثم تسحب بواسطة ملقط صغير مرتبط بنهاية منظار القولون.

صناعة السّيراميك (الخزف)

كان مصطلح السيراميك (الخزف) في وقت مضى قد أستعمل حصراً للدلالة على الأواني الفخارية والاشياء المصنوعة من احراق المواد المستخلصة من تربة الأرض. لقد وجد علماء الآثار من الأدلة ما يشير الى ان تصنيع السيراميك أو الخزف قد تم منذ حوالى 24,000 عاماً قبل الميلاد. أما في وقتنا الحاضر، فان السيراميك أصبح يعرّف بشكل أوسع ليشمل كل شيء من الزّجاج الى رقائق السيليكون المستعملة في الحاسوب. والصناعة السيراميكية (الخزفية) تتضمن العديد من المواد ذات المدى الواسع من الخصائص المفيدة.



مكّوك الفضاء

عندما يعود مكوك الفضاء ناسا الى الارض، فان الافاً من قطع الآجُر الفخاري المقاوم للحرارة تَعمل على حفظ الجزء الخارجي للمكوك من الحرارة العالية الناتجة من احتكاكه مع الجو الخارجي. وفي مكوكات الوقت الحاضر تستخدم طبقات من الآجُر المصنوع من تركيبات سيراميكية (خزفية) من الكربون والسيراميك والسليكا، الا ان المَركبات الفضائية في المستقبل قد تستخدم آجُراً سيراميكياً نحيف الخطوط، مصنوعاً من الهافنيوم والزِّركونيوم، والتي تستطيع تحمل درجات حرارية عالية تصل الى 2,400 درجة مئوية (3,400 درجة فهرنهايت)

ما هي المواد السِّيراميكية؟

ان من اكثر المواد السيراميكية شيوعا الفخّار والزجاج الآجر والبورسلان والإسمنت. وكلمة سيراميك مشتقة من الكلمة اليونانية التي تعني «مادة محروقة»، لكن هذه التسمية أضيق من أن تغطي المدى الواسع للمواد السيراميكية الحديثة . ففي أحد نهايتي المدى تقع المواد السيراميكية البسيطة ، مثل الغرافيت والألماس والتي تتركب من انتظامات بلورية مختلفة لعنصر الكربون. اما في المدى الآخر فتقع البلورات الأكثر تعقيداً للِيَتْريوم ، والباريوم ، والنحاس، والاوكسجين، التي تصنع منها انماط متطورة من السيراميك المستعملة في صنع الموصلات الفائقة في درجات الحرارة العالية (وهي المواد الخالية تقريبا من المقاومة الكهربائية). ومعظم المواد السيراميكية تقع بين هذين الحدين. والعديد منها اكاسيد لعناصر ، أو مركبات بلورية للعناصر مع الاوكسجين. اما البعض الآخر فهو عبارة عن مركبات سليكونية ، أو بوريدات، أو كربيدات أو نتريدات تمثل على التوالي مركبات لعناصر السليكون، والبورون، والكربون والنتروجين مع الاوكسجين. ومن بين أهم الصيغ المتطورة من السيراميك مع مواد اخرى تكون المركبات الخلالية السيراميكية المركبة. والتعريف الذي يغطى هذه المواد جميعها لا بد أن يكون غامضا ومبتوراً. فالسيراميك هو مادة غير معدنية، غالبا ما تتكون من عدة عناصر (قد يكون بعضها معدنياً)، تتحد كيميائياً لتكوين بعض الخصائص المطلوبة.

وتتضمن الخصائص القديمة للسيراميك التحمُل والقوَّة والهشاشة (سرعة التكسُّر) والمقاومة العالية للحرارة والكهربائية، والقدرة على مقاومة تأثير الأسيد، والاوكسجين والكيميائيات الاخرى، وذلك بسبب همود الكيميائي (أي عدم قدرته على التفاعل الكيميائي). غير ان ليست كل أنواع السيراميك تسلك هذا السلوك. فالألماس مثلاً ذو إيصالية عالية للحرارة، بينما المواد السيراميكية من نوع فرَّايت هي موصلات جيدة للكهربائية. والقليل من المواد السيراميكيّة تستعمل كموصلات فائقة مثل يتريوم باريوم اوكسيد النحاس، حيث أن المقاومة الكهربائية لها تكاد تكون معدومة في درجات الحرارة المنخفضة. أما المواد السيراميكية المركَّبة الخلالية التي تكون مقوّاة بواسطة ألياف تطمر فيها، فإنها لا تكون قابلة للكسر البتّة.



الموصلات الفائقة

الموصلات الفائقة هي مواد تكاد تكون مقاومتها الكهربائية معدومة عند درجات الحرارة المنخفضة جداً، وقد عرفت منذ حوالي عام 1911. ومنذ الثمانينيات من القرن الماضي، أدت التطورات في علم الخزف الى صنع موصلات فائقة جديدة تتحمل درجات الحرارة العالية، ويمكن ان تعمل في درجات منخفضة تصل إلى حوالى(140- درجة مئوية) أي (220- درجة فهرنهايت). ومن المتوقع ان تتّخذ هذه المواد طريقها الى استعمالات عديدة في دارات الحواسيب ذات السرعة الفائقة، وفي قطارات الماغليف المغناطيسية العالية السرعة.

ان خصائص السيراميك لا تعتمد فقط على المواد التي تدخل في تركيبه، بل كذلك على الطريقة التي تترابط بها تلك المواد . فالألماس يكون قويا لأن جميع ذرات الكربون فيه تكون مترابطة بإحكام مع كل الذرات المحاذية لها. اما الغرافيت (وهو الرصاص المستعمل في اقلام الرصاص) فهو قابل للجزّ بسهولة لانه مكوّن من طبقات ممسوكة ببعضها بروابط أضعف. أما الصّلصال الصيني (الكاوْلين) فهو يظهر سلوكاً مشابها لسلوك الكرافيت، اذ ان ذرات الألمنيوم والسليكون والاوكسجين والهيدروجين تكون متماسكة فيه بهيئة صفائح مُفَلطحة ، غير ان الروابط الضعيفة الموجودة بين الصفائح تكون سهلة الانكسار عندما يحيط الماء بها . ان خاصّية الهشاشة هذه هي التي تجعل الصلصال الرطب يتفسخ بسهولة. غير أنه عندما يحرق الصّلصال فإن الحرارة تنزع عنه الماء فتقوم الذرات بداخل الصلصال بإعادة ترتيب نفسها بهيئة تراكيب بلوريّة أكثر قوة.

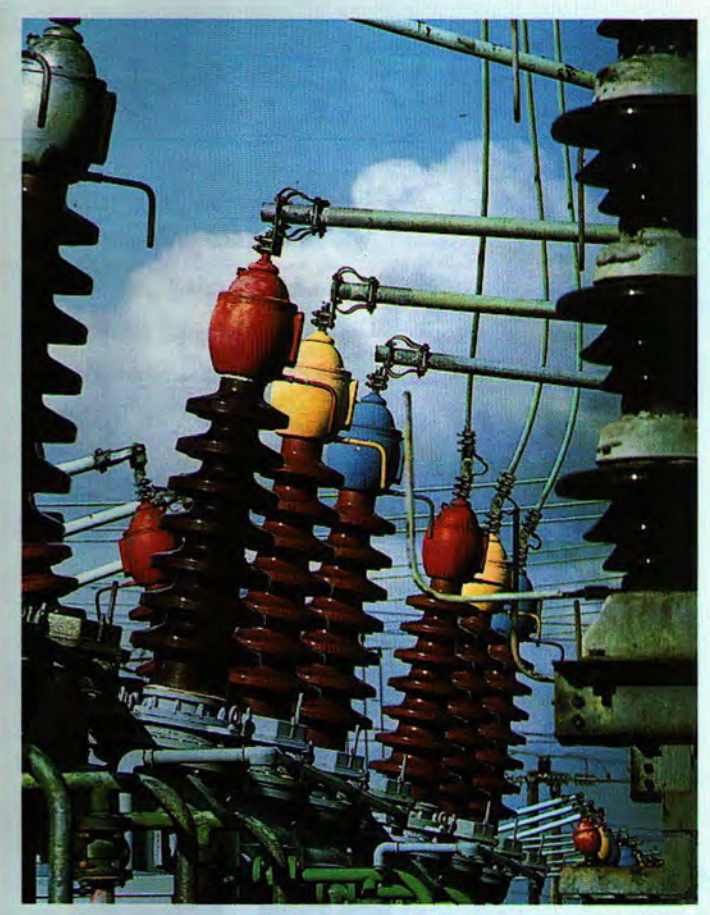
كيف تُنتج المصنوعات السيراميكية؟

ان المواد السيراميكية البسيطة كالآجر والزجاج مازالت تصنع حتى الان باستخدام طرق كان قد ادركها الناس قبل آلاف السِّنين. وكما هي عليه الحال في الازمان القديمة فان الأواني الفخارية الحديثة تصنع عن طريق حفر الأرض للحصول على الصلصال الذي يمْزَج مع الماء ليصبح مطواعاً، ثم تشكيله بالهيئة المطلوبة بواسطة عجلة أو بوضعه في قالب، ومن ثَمَّ حرقه في تَنّور. وبعض الطرق الحديثة اكثر تعقيداً من الطرق التي استعملت في الأزمان الغابرة. وقد استخدمت آلات أو ماكنات منذ مدة كوسائل لبثق أو عصر العجينة، كما يعصر معجون الأسنان من العبوة الحاوية له، أو لصب العجينة في قالب دوار بطريقة آلية، أو لغرض ضغطها عند درجات حرارة عالية (بإقحام مسحوق السيراميك في قالب تحت ضغط عالٍ وتزامن ذلك مع درجات حرارة عالية مما يجعلها تتخذ شكل الوعاء او القالب الذي يدفع فيه المنصهَر).

اما الصناعات السيراميكية الأحدث فتتطلب في بعض الأحيان طرق أو معالجات تصنيع مطوّرة. فمثلاً تُصنع الأنواع القاسية من السيراميك المكوَّن من نِتريد السليكون بطريقة يطلق عليها الترابط التفاعلي. وتتضمَّن هذه الطريقة تشكيل مسحوق السليكون بالهيئة المطلوبة، ومن ثم تسخينه مع غاز النتروجين.

عالم السيراميك الحديث

ان القليل من ساحات الحياة العصرية لم يطلها السيراميك. فجدران بيوتنا مبنيّة من الآجر الذي يستعمل الاسمنْت المصنوع من سليكات الكالسيوم في تماسك قطعه، كما ان النوافذ الزجاجية مصنوعة هي الاخرى من السليكا. فالسطوح الداخلية للمباني تطلى بالجبس السيراميكي، وتزين المرافق الصحية بالآجرّ المصنوع من الصلصال والتالك، كما أن المطابخ ، التي كثيراً ما تكسى أرضها بالآجر السيراميكي، ترصف جدرانها هي الأخرى بالبورسلان والزجاج. اما الانابيب المصنوعة من الصلصال فهي التي يتم بها توصيل البيوت بأنظمة مياه المجاري. وفي الدّارات الكهربائية تستخدم مكثّفات ومقاومات مصنوعة من السيراميك الذي يتسم بكونه موصلاً ضعيفاً للكهرباء، كما ان العوازل السيراميكية تستعمل في شبكات كهرباء التوتر العالي. والمغنطيسات السيراميكية تستعمل في بعض الاجهزة التطبيقية مثل المكنسة الكهربائية وفي الخلاّطات. أما الإتصالات الهاتفية وكابلات الاشارات التلفزيونية فيجرى إيصالها الى البيوت عبر الالياف الزجاجية، في حين تستعمل انواع اخرى من الالياف الزجاجية كعازلات في البيوت. غير أن فوائد السيراميك لا تقتصر على



العازلات الكهربائية

ان المواد العازلة المألوفة كالمطاط واللدائن (البلاستيك) قد تبقى موصلة للكهربائية عندما تفصل بين جهد كهربائي عالٍ جداً . وهذا يجعل مثل هذه المواد غير مناسبة لدى استعمالها في المولدات والمحولات الكهربائية. لذا فان السيراميك المصنوع من الألومينا والبورسلان (الخزف الصيني) يستعمل على نطاق واسع كعازل في مثل هذه الاجهزة أو غيرها من التطبيقات، إذ إنها استعملت في شمعة الإشعال في محركات المركبات منذ مطلع القرن العشرين.

الأمور اليومية. اذ أن خصائص السيراميك المطوّر جعلت منه مادة مهمة في بعض التطبيقات غير العادية. فمثلا يستعمل كربيد السليكون المقسّى في صنع الاطراف الصناعية، حيث تُصمَّم لتكون مساميّة مما يحفز العظام الطبيعية على النمو، ويحفز الانسجة على التكوّن حول المفاصل الاصطناعية. وبعض الملحقات السيراميكية في المحركات، تستعمل في المحركات ضعيفة الاحتراق، التي تحرق الوقود بصورة نظيفة. والمحوِّلات المساعدة، التي تحول المواد الملوِّثة الى غازات أقل ضرراً، تكون هي الاخرى مصنوعة من سيراميك سليكات الألمنيوم الذي يَستطيع تحمل درجات الحرارة العالية التي تولِّدها العوادم. إن آخر جيل من الغواصات الخفيفة التي تغوص في الاعماق، تبنى ليس من الفولاذ كما هو متوقع ، لكنها تصنع من السيراميك الذي كان يستخدم أصلاً للأغراض الدفاعية . ومن بين اكثر الاستعمالات الابداعية للسيراميك، هو نوع من الطلاء (الصِّباغ) المصنوع من السيراميك الكهرواجهادي. وكالحال في المواد الكهرواجهادية الاخرى، فان هذا النوع من الطلاء يولِّد تياراً كهربائياً ضعيفا عند تعرضه لقوى التوتر او الاجهاد، مما حدى بمكتشفيه اليابانيين للاعتقاد بامكان استعماله للكشف عن تأكُل المعادن أو في الكشف عن الهزّات الأرضية.

تكنولوجيا زراعة الأعضاء

منذ قرون صنعت أجزاء بديلة لجسم الإنسان، إلا أنها حتى الوقت الحاضر كانت تؤدي عملها بالحد الادنى، كالساق الخشبية والعين الزجاجية. وفي العقود الأخيرة مكَّن التقدم في الالكترونيات وفي علم المواد ، إضافة إلى زيادة تفهمنا للوسائل التي تعمل بها أجسامنا . إلى تطوير أدوات وأجهزة محاكية للأحياء قادرة على القيام بكثير من أعمال أجزاء جسم الإنسان التي تعوِّض عنها او تعزز أداءها.

إن تكنولوجيا زرع الأعضاء هي علم يتضمن تعويض او تحسين الأنسجة البشرية بأخرى اصطناعية، غالباً ما تكون غرسات الكترونية. وقد تكون هذه الأدوات المحاكية خارج الجسم او مغروسة فيه جزئياً أو كلياً، ومنها الساق أو الذراع الاصطناعية التى تستجيب للنبضات العصبية من خلال جلد صاحبه، إلى الغرسة القوقعية التي تعوض عن قوقعة عاطلة في الاذن الوسطى وتحفز عصب السمع بمحفزات كهربائية.

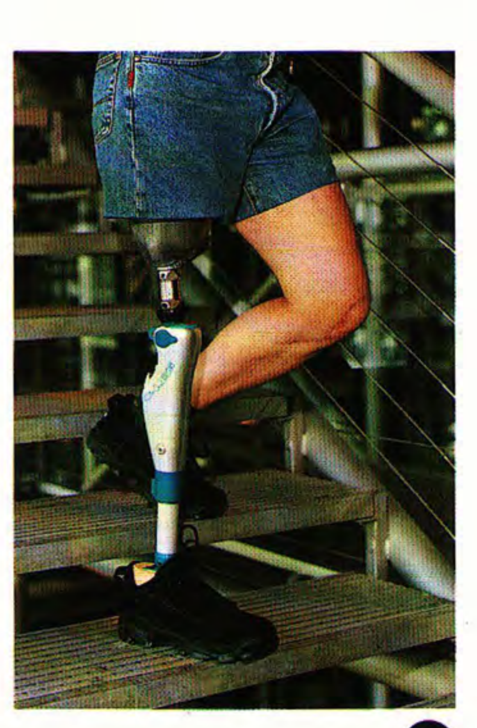
يزداد استعمال الغرسات بخاصة الغرسات القوقعية، حيث يتم استعمال الآلاف منها سنوياً، إلا ان غرسها في البالغين الذين اصيبوا بالصمم منذ مدة طويلة غير مفيد لتلف عصبهم السمعي بسبب عدم الاستعمال، بينما الغرس في الاطفال أكثر نجاحاً وقد يمنع تنكس العصب السمعي.

يجب ألا تخدش هذه الأدوات المحاكية أنسجة الجسم أو تُرفض من قبله. وقد بدأ العلم الحديث بمعالجة هذا الموضوع وتطوير المواد المتوافقة مع الأحياء.

غرس (زرع) الشبكة

يمكن لعمليات الزرع أن تعيد بعض الإبصار للضرير بالوصل بين العين المريضة والعصب البصري. وفي كثير من الحالات ينشأ العمى عن مرض في المستقبِلات الضوئية في العين، وهي خلايا النبابيت (القضبان) وخلايا المخاريط الموجودة على الجدار الخلفي للعين، أي الشبكية. يمكن الآن إعادة قسط من الإبصار بنظام محاكٍ يتألف من رقاقة الكترونية مغروسة في الشبكية مقترنة بمعالج الصورة المدموج في زوج من النظارات. تولِّد الرقاقة المغروسة إشارات كهربائية لتحفيز العصب البصري استجابة لاشارات من النظارات.





الأطراف المحاكية

لقد تقدمت الأطراف الاصطناعية كثيراً منذ زمن الساق أو الساعد الخشبية. فالتصميم الحديث يتضمن ادخال الكترونيات عالية التقنية تمكِّن هذه الأطراف من محاكاة الطرف الطبيعي. وقد يكون في الساعد مُستقبلات ترتبط بجدعته فتنقل الإشارات العصبية التى كانت تمر إلى اليد. وللرِّجل كاشفات للحركة شديدة التعقيد ومشغِّلات تعمل بالهواء المضغوط تمكنها من الاستجابة عند انتقال وزن الانسان من جهة لأخرى أثناء مسيره.

الخلية الكهربائية الضوئية
يولد تردد الحزمة الليزرية النابضة إلى الأمام والى الخلف شبكة الخلية الكاشفة للضوء التي تولد تيارا في الخلية عند إضاءة هذه الحزمة.

الأقطاب
تحمل أقطاب التوصيل الموجودة خلف كل خلية التيار إلى صفيحة، محدثة شحنة كهربائية تتجمع في بعض الأجزاء دون غيرها.

مصدر الطاقة
يزود الضوء الليزري الساقط الرقاقة بالطاقة، لذلك لا تحتاج الرقاقة إلى بطارية.

العقد
تتحسس الخلايا العصبية الشحنة الكهربائية على الصفيحة وتحولها إلى إشارات ترسل إلى العصب البصري الرئيسي.

الشبكية
تمر الحزمة الليزرية خلال العين حتى تسقط على الغرس في الشبكية عند السطح الخلفي للعين.

الغرس (الزرع)
يحول الغرس نبضات الضوء الليزري إلى شحنات كهربائية تحفز العقد والخلايا العصبية خلف الشبكية.

خلايا المخاريط
عندما تعمل طبيعياً، هناك ثلاثة أنواع من خلايا المخاريط تتحسس اللون الأحمر والأخضر والأزرق.

خلايا القضبان
عندما تعمل طبيعياً تتحسس خلايا النبابيت التباين ولا تتحسس اللون.

العصب البصري
تمر الإشارات من العقد إلى العصب البصري الرئيسي من خلف العين إلى الدماغ الذي يحيلها الى صورة.

الحزمة الليزرية
تنطلق الحزمة الليزرية من خلف النظارات وتتردد بسرعة أماماً وخلفاً عبر الغرس فاتحة وقاطعة التيار لتنير بذلك أجزاء وتعتم أخرى على صورة الـ CCD المبسطة.

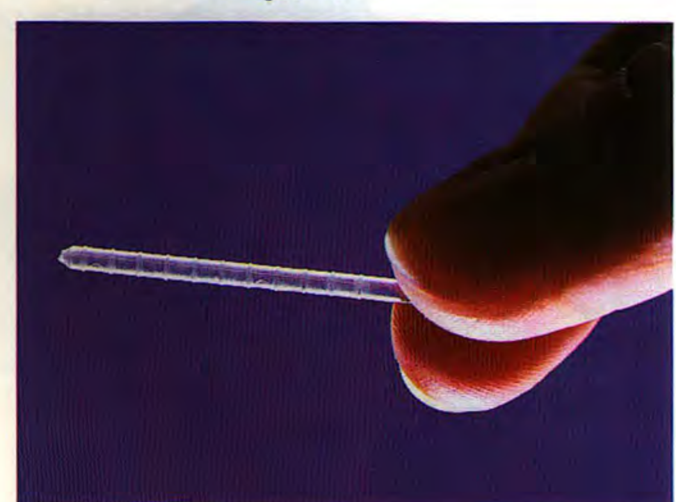
النظارات
يحتوي زوج النظارات على جزء من تقنية الشبكية.

الصورة المركبة

يرى مستخدم النظارات نسخة مبسطة من الصورة الأصلية. وبتقدم التقنية، من المفروض أن تزداد حدة التمايز في الصورة المركبة. في نظام غرس شبكي بديل، ترسل المعلومات التي تستلمها آلة التصوير الخارجية إلى الغرس بإشارات راديوية، ولكن في هذا النظام يحتاج الغرس الى مصدر خارجي للطاقة.

التوافق الحيوي

يجب أن تكون المواد المستعملة في الغرس متوافقة حيوياً بحيث لا تتسبب بتفاعلات في الأنسجة المحيطة بها وأن تدوم هذه المواد طويلاً متحملة البيئة غير الملائمة داخل الجسم البشري. تصنع العديد من المواد المتوافقة مع البيئة الحية من المعادن، مثل التيتانيوم والخزف وبعض المواد المزيجة، وهذه المزائج مفيدة جداً لامكانية تصنيعها على أشكال متعددة، منها الألياف ومنها ما يأخذ شكل القالب الذي يصنع فيه.



الزجاج الحيوي

عندما يضاف الصوديوم والكالسيوم والفوسفور إلى زجاج السيليكا يكون الناتج هو الزجاج الحيوي وهو مادة مزيجية ترتبط مع العظم الطبيعي من خلال تفاعل كيميائي بعد وضعها داخل الجسم. ودبوس الزجاج الحيوي الظاهر في الصورة هو أحد هذه الاستخدامات. كما يستعمل الزجاج الحيوي في غروس الاذن الوسطى والأوتاد الرابطة بين العظام المكسورة وفي طب الأسنان.

الروابيط

يستخدم الانسان الآلي على نطاق واسع في المعامل الصناعية في الوقت الحاضر، لكنه مع ذلك لم يحقق بعد رؤى كُتّاب الخيال العلمي الذين تصوَّروه. معظم أنماط الانسان الآلي تصمم لمحاكاة حركة بعض الاجزاء من الجسم البشري- وبخاصة الذِّراع والكف. والرابوط الآلي الذي يستطيع القيام بسائر الحركات التي يقوم بها الجسم البشري يطلق عليه الانسان الآلي. وحتى وقتنا الحاضر ما يزال ذلك في طور التجربة.

ان كلمة رابوط (روبوت) تعني الخادم. والانسان الآلي الحديث هو في حقيقة الأمر امتداد آلي للحاسوب، وعلى هذا الاساس فهو يمتلك جميع التقنيات الحاسوبية من الدقَّة، والسرعة، والقدرة على انجاز المهمات بدقة مَرَّة اثر مَرَّة. وفضلاً عن قدرة الانسان الآلي على الاقتصاد في وقت انجاز العمل، فان بإمكانه كذلك العمل في البيئات الاشعاعية والسامَّة، وبإمكانه أداء بعض المهام الخطيرة كنقل أو تفجير القنابل.

تتحرك بعض أنماط الإنسان الآلي هوائياً (باستخدام الهواء المضغوط) أو بالضغط الهيدروليكي، غير ان معظمها يستخدم المحرك التَدَرُّجي الذي يدوّر بمسافات دقيقة لتحقيق تحديد للموقع بدقة عالية . ان مختلف المديات المتاحة للحركة يطلق عليها درجات الحرِّيَّة. ومَفْصِل الانسان الآلي الذي يدور حول محور واحد يمتلك درجة حُرِّية واحدة، والمفاصل الاكثر تعقيداً قد تمتلك اثنين أو ثلاث درجات حُرِّيَّة.



أذرع الإنسان الآلي

يمثل الذراع الآلي اكثر انواع الانسان الآلي شيوعاً في يومنا هذا. وتستَعْمِل الذراع سلسلة من المحرِّكات الراقصة والتروس لتحقيق عدة درجات حُرِّيَّة في مفاصلها. ويمكن تثبيت نهاية الذراع بالآت مختلفة يطلق عليها المستجيبات النهائية. ويمكن ان يوصَّل كل واحد من المستجيبات النهائية بمجس اللّمس أو بغيره من المكشافات، لتجهيز تغذية بالبيانات لحاسوب السيطرة.

السيطرة الحاسوبية

تقوم برامج الحاسوب تقوم بالسيطرة على حركات معقدة للإنسان الآلي (أو الرابوط) وذلك بتوجيه سلسلة من الأوامر البسيطة، كما تقوم بالسيطرة أيضا على تشغيل المستجيبات النهائية.

القاعدة

يدوِّر عمود الذراع على قاعدة مثبَتة بأمان في الأرض. ويقوم المحرِّك الراقص بتدوير مسنن نقل الحركة الذي يحرك بدوره مسنن العجلة المتصل بالعمود.

الذكاء الاصطناعي

معظم أنواع الروابيط في وقتنا الحاضر تُبرمج لاعادة سلسلة من المهام، أو السلوك وفق ما تمليه عليها التعليمات من المشغّل، غير انه يمكن ان تعطى الروابيط بالمستقبل قسطا أوفر من الاستقلالية. فمثلا يمكن لبرامجيات الحاسوب المطوّرة تجهيز آلة تمتلك قدراً محدوداً من الذكاء الاصطناعي، وتمكنه من تعلُّم انماط جديدة ومهام عن طريق الخبرة. ان (أيبو) هو كلب آلي بنته شركة سوني، وهو واحد من أنجح انماط الروابيط في الذكاء الاصطناعي، مع أنه بدأ ظهوره كلعبة، وتطور تدريجيا من خلال التفاعل بين الجهات المالكة والمحيط. وقد أبهرت نتائج استجابته في بعض الأحيان حتى مصمميه.



الهندسة الوراثية

الهندسة الوراثية هي تحوير المادة الوراثية لكائن حيّ لغرض عمليّ معين. والجينات او المؤرثات هي وحدات معلوماتية توجه الخلايا الحيّة لصنع بروتينات معينة، وهي مواد كيميائية تؤثر في جميع العمليات الحيوية. وبتحوير أو تعديل مورثات الكائن الحي، يستطيع العلماء انجاز العديد من التأثيرات، كتثبيط صنع البروتينات في تلك الكائنات أو جعلها تصنع بروتينات محوّرة أو بروتينات جديدة بالكامل. ان النواتج المهندسة وراثياً لها استعمالاتها العديدة في الصناعة والطب.

يمكن استعمال الهندسة الوراثية لصناعة مساحيق الغسيل الحيوية، ولتصنيع الانسولين للمرضى المصابين بداء السكر، أو لتوليد أجسام مضادة تصارع السّرطان . والمنتجات المهندَسة وراثيا تستطيع غالبا العمل بشكل أفضل وأكثر أماناً من المنتجات الطبيعية . فمثلاً عامل تجلط الدم المهندَس وراثيا يكون خالياً من المخاطر المتعلقة بالملوثات التي يحملها الدم. كما يمكن تصنيع أو انتاج كميات كبيرة من المواد المهندَسة وراثياً، فالأنسولين يصنَّع الآن بواسطة البكتريا والخمائر ، التي تنقسم بسرعة، متيحة الفرصة لإنتاج البروتين بكميات وفيرة.



مُخمِّرات السَّبْتِليزين

السّبْتِليزين هو انزيم يعمل على تكسير أو هضم البروتين، يُنتَج بصورة طبيعية بواسطة انواع معيّنة من البكتيريا. السّبْتِليزين المعدَّل وراثيا (GM) يستطيع العمل في ظروف الحرارة القلوية لتكسير الصبغات ذات الأساس البروتيني، كالدم. ان انزيم السَّبْتِليزين المعدّل وراثيا ينتج بالبكتيريا المعدَّلة وراثيا في المخمرات.



الخلية

المورِّثات أو الجينات هي قطع من الدنا(DNA)، وهي عبارة عن لولب مزدوج يعاني عمليات لولبة لتكوين الصبغيات الموجودة في النواة. والمورِّثات تحمل شيفرة المعلومات اللازمة لصنع البروتين.

رنا المرسال

الحامض النَّوَويّ الريبي المرسال (mRNA) يصنع بصورة طبيعية في النواة. وهو نسخة متممّة لأحد خيطي قطعة من د ن أ تتضمَّن المورث أو الجين.

الاستنساخ العكسيّ

وفيه يستعمل المرسال mRNA كقالب أو كصفيحة استحداث وراثية يُصنع خيطاً متمماً له من حامض دَنا (cDNA) الذي يتآصر معه. ويمكن اعادة بناء المورّث الأصلي من هذا الخيط من دنا المتمِّم (cDNA).

استخلاص المورِّث أو الجين

تتضمن الهندسة الوراثية عمليتين . أولاهما : استخلاص الجين وعزله، ومن ثمَّ تحويره عند الضرورة. والعملية الثانية: ادخال الجين المعزول أو المحوّر خلية حيوانية أو نباتية أو من الكائنات المجهرية وتحويل الخلية المستقبلة الى خلية مهندسة أو محوّرة وراثيا (transgenic cell) أو الى نوع محورّ وراثياً (transgenic species). والبروتين الذي تحمل شيفرتهُ القطعة المنقولة، سوف يجري بناؤه بواسطة الخلية الحيوانية او النباتية المهندسة وراثيا أو عن طريق طريق زرع الخلية البكتيرية (كائن مجهري بدائي النواة) في المخمِّرات.

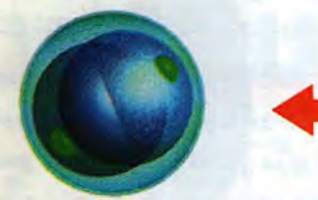
ان كل مورث هو ببساطة عبارة عن مجموعة تعليمات، مشفرة بهيئة أربع من القواعد النيتروجينية (مختصراتها:A,C,G,T) (اي أدينين، سيتوزين، كوانين وثايمين) التي تشكل شريطاً طويلاً مزدوجاً يطلق على جزيئته الكبرى مصطلح دنا. وتتمثل جزئية د ن أ الكاملة بالصبغي او الكروموسوم الذي يحوي عدداً من الجينات المتميزة. والخطوة الأولى في الهندسة الوراثية تتضمن تحديد الجين المطلوب من الصبغي. ويحقق العلماء هذه الخطوة غالباً عن طريق عزل رنا المرسال mRNA الخاص بذلك الجين، والذي يقوم بنقل شيفرة المعلومات، الخاصة بصنع بروتين معين، من الجين الموجود في النواة الى الوحدات المصنِّعة للبروتين الموجودة في السايتوبلازم. ان رنا المرسال هو عبارة عن نسخة متممة لأحد خيطي دنا الخاص بالجين المعني كما أنه يمكن استخدامه (أي رنا المرسال) لاعادة بناء الجين أو المورّث. وعند الحاجة يمكن تحوير الجين لكي يقوم بصنع بروتين مُحَسَّن.

الهندسية الوراثية في الخلايا الحيوانية

من احدى طرق ادماج مورِّث أو جين غريب أو محوَّر في خلية حيوانية، حقن نسخ من الجين المطلوب في بيضة مخصبة حديثاً. ويصبح المورِّث عندئذ مندمجاً مع كروموزمات نواة خلية البيضة المخصّبة التي يجري زرعها في الأم التي ستؤويها. ولدى انقسام خلية البيضة المخصّبة في داخل الأم فان الجين المنقول او المعدّل سوف يجري نسخهُ مرّة بعد مرّة مع الجينات الاخرى الموجودة على الكروموزم، وبذلك فان الجين المطلوب سوف يكون موجوداً في جميع خلايا جسم الحيوان المستهدف.

اخصاب البيضة : لتكوين حيوان معدّل وراثياً، ترفع خلايا البيض أولاً من الحيوان الواهب وتخصب البيضة بمني جُمع من ذكور نفس النوع.

البيضة المخصّبة: تندمج نواة المني مع نواة البيضة . تحقن نسخ من الجين الغريب في كروموزومات (أو في نواة) البيضة المخصبة وتصبح جزءً من مجين الخلية.



انقسام الخلايا: بانقسام الخلية المخصبة يصبح الجين الجديد موجوداً في كل خلية من الخلايا الحيوانية الناتجة من البيضة المخصبة المعدّلة وراثياً.

الهندسة الوراثية في الأحياء المجهرية وفي خلايا النبات

تمتلك بعض البكتريا حلقة من الدنا بالاضافة الى الدنا الاساسي المتمثل بالكروموسوم، ويطلق على مثل هذه الحلقات مصطلح البلازميدات. وتستطيع البلازميدات تكثير نفسها في الخلية بصورة مستقلة عن الكروموسوم، سواء بداخل الخلية غير المنقسمة، أو لدى انقسام الخلية البكترية . وعند ادخال جين غريب في البلازميد بواسطة تقنية خاصة، تستخدم فيها انزيمات قاطعة تستطيع قطع DNA في مواقع محدّدة على البلازميد ، ومن ثم تصبح البكتيريا مصنعاً لانتاج البروتين على نطاق صناعي. كما يمكن غرس البلازميد في الخلية النباتية لانتاج محاصيل معدّلة وراثياً.

كروموزوم د ن أ
بلازميد
خلية بكتيريا

خلية بكتيريا
يمتلك العديد من البكتيريا حلقة إضافية من DNA فضلاً عن الكروموزم يطلق عليها البلازميدات التي يمكن ان يغرس بها أو يلحم معها جين غريب.

الانزيم القاطع

القَطع
يقوم الانزيم القاطع «الاندونيوكليان» بقطع حلقة البلازميد فيفتحها عند موقع محدد.

الجين الغريب
الانزيم اللاّحم

اللحم
يضاف الجين الغريب الى البلازميد المقطوع، ثم يجري لحامه فيصبح جزءً من DNA الحلقة البلازميدية وذلك بواسطة الانزيم اللاحم

تكثير البلازميد

خلية معدّلة وراثيا
تتكاثر البلازميدات الحاوية على الجين الغريب بداخل البكتيريا وكذلك لدى انقسام البكتيريا فتعمل بذلك على تضخيم الجين بشكل كبير.

جزينة
بوتين

مصانع البروتين
عند زرع البكتيريا في المخمرات، فان البكتيريا تتعامل مع الجين الغريب كجزء لايتجزأ من مجينها الوراثي، وتبدأ بتصنيع البروتين الجديد الذي يمكن حصده.

انقسام البكتيريا

جين غريب من دنا البلازميد
صبغي

خلية نباتية معدّلة
هنالك انواع من البكتيريا مثل (أغرويكتريوم تيوميفاشِنت) التي تهاجم الخلايا النباتية في الطبيعة ويصبح DNA البلازميد مندمجاً مع كروموزمات الخلية النباتية.

النباتات المعدّل وراثيا
ان الخلايا النباتية التي تحمل الجين الغريب في كروموزماتها يمكن ان تنمو الى نباتات معدّلة وراثيا.

مشروع المجين البَشريّ

تمتلك معظم خلايا الجسم البشري حوالي 90,000 زوج من المورثات او الجينات (وهي وحدات المعلومات الوراثية) مرتبة على 46 صبغيًا او كروموزماً، حيث يمثل كل صبغي جُزيئة طويلة من الحامض النووي دنا. إن المحتوى الجيني الموجود في الكروموزمات يطلق عليه مصطلح المجين genome. مشروع المجين البشري هو برنامج دَوليّ بوشر به عام 1990 لوضع خارطة كروموزمية يثبت فيها مواقع القواعد النيتروجينية (التي تمثل أحجار البناء في جزئية DNA) في جميع الكروموزمات التي يضمها المجين البشري، وكذلك بيان وظيفة كل جين .

ان وضع الخارطة الجينية للمجين البشري يعد انجازاً علمياً يناظر هبوط الانسان على القَمر. ان الخارطة الجينية لمجين بعض الكائنات الحية، كبعض الديدان وذبابة الفاكهة، قد سبق انجازها، الا أن مجين تلك الكائنات يعدُ صغيراً مقارنة مع المجين البشريّ الذي يحوي حوالى 3 بلايين زوج من ازواج النيوكليوتيدات. وبوضع الخارطة الجينية للمجين البشري والتعرف على تعاقب القواعد في كل صبغي استطاع العلماء من التعرف بشكل أفضل على الجينات المتضمّنة في فعاليات الجسم البشري والأمراض. إن الجينات في مختلف خلايا الفرد تكون متماثلة، لكن الجينات تختلف في مجين فرد من الافراد مقارنة مع الافراد الآخرين، وهذه الفروق الوراثية هي التي تكسب كل فرد ذاتيته وهُويته. لذا فان مشروع المجين البشري استطاع وضع خارطة جينية لمجاميع سكانية انموذجية . إن المسوَدَّة الأولى للمشروع قد أنجزت في حزيران عام 2000 ، لكن مازالت هنالك حاجة لسنوات عديدة لوضع الصيغة النهائية لما يطلق عليه (كتابُ الحياة).

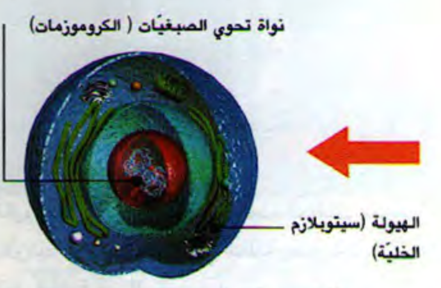
وظيفة المورِّثات

المورِّث أو الجين هو قطعة محدَّدة من حامض DNA تمتلك التعليمات الخاصة بصنعٍ بروتين معين (أي نوع معين من متعدِّد الببتيد). ان هذه التعليمات مُشَفَّرة في الجين بهيئة تَسَلْسُل او تعاقب معين للقواعد النيتروجينية في أحد خيطي دنا للقطعة الممثلة للمورِّث أو الجين. وهنالك آليات كيميائية واسعة في خلايا الجسم لكي تبنى البروتينات عند الحاجة، مستعملة التعليمات أو الأوامر المشفَّرة أصلا في المورِّث. تلعب البروتينات ادواراً عديدة ومختلفة في الجسم ، تؤثر المورثات بالنهاية في جميع المصابين والمتعلقه بعمليات التكشُّف التركيبي والوظيفي. وللسبب ذاته فان أي خَلَل في البنية الوراثية قد تكون سببا في اعتلال الصحة أو حصولَ مرض.



جسم الانسان

يحوي الانسان البالغ مايقرب من 5,000 بليون خليّة، يقترن بعضها مع بعض لتكوين مختلف الاعضاء والانسجة.

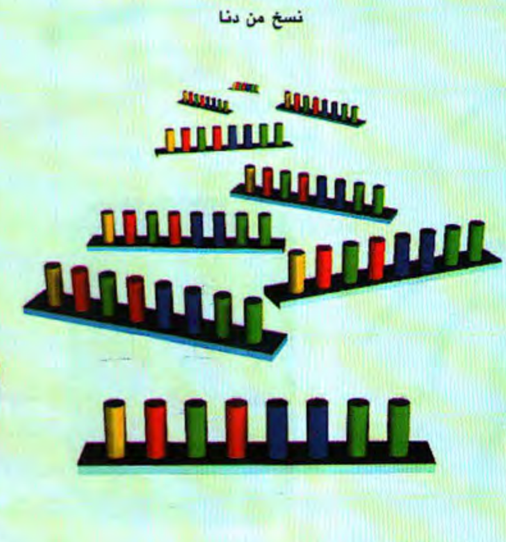


الخلّية الجسمية

معظم الخلايا الجسمية في الانسان تمتلك 46 صبغياً (22 زوج من الصبغيات الذاتية اضافة الى زوج آخر من الصبغيات الجنسية) في نواتهم. الخلايا الجنسية تحوي 23 صبغياً فقط.

سَلسَلة DNA

تتضمن هذه التقنية التعرف على تسلسل أو تعاقب قواعد النيوكليوتيدات الأربع (وهي الثايمين والأدنين والسيتوزين والكوانين) التي تمثل الحروف التي تكتب بها المعلومات او الشيفرات الوراثية التي يطلق عليها الرّموز الوراثية. ولدى الكشف عن سلسلة التعاقب أو شيفرة الرموز في قطعة معينة من DNA يمكن البت فيما اذا كانت تلك القطعة حاوية على جينات أم لا. اذ وجد أن 10 بالمائة فقط من المجين البشري يحوي على جينات، اما الـ 90 بالمائة المتبقي من الدنا فانه غير وظيفي لأنه لايمتلك الشيفرة لبناء بروتينات . وهنالك عدد من التقنيات أو الطرق التي يمكن بها سَلْسَلة دنا. والطريقة المذكورة هنا هي طريقة سانكر، وهو عالم الكيمياء الحيوية الذي استعمل هذه الطريقة للتوصل الى سلسلة مجين الحُمى (الفيروسات) لعدة سنوات خلال السبعينيات من القرن العشرين. أما مشروع المجين البشري فيستعمل فيه الحاسوب وأجهزة التحكم الحاسوبي الآلي، مما يحقق سرعة مذهلة في انجاز عملية السَّلْسَلة هذه.



1. التضخيم

تُقْطع شذفة أو قطعة صغيرة من DNA من الصبغي أو الكروموزم، ثم يجري استنسالها او تضخيمها لتكوين الملايين منها.



2. التكثير أو التكْرار

تقسم القطع في أربعة محاليل، ثم يجري تكثيرها. وعلى كل حال فانه في كل من هذه المحاليل الأربعة يجري تحوير بعض الجزيئات لقواعد معينة. وهذه الجزيئات المحورة تعمل كمثبتات كيميائية خاصة ، وتوقف تنامي خيط دنا (DNA) لدى اضافتها الى المحلول.

الكروموزم او الصّبغي
الصبغيات تمثل تراكيب مؤلفة من جزئية دنا ملتفّة حول بروتينات تركيبية وتكون قضيبية الشكل عادة. وقبل دخول الخلية في الانقسام تجري عملية تضاعف الصبغيات فتصبح بهيئة حرف X. وعندما تنقسم الخلية ينقسم كل كروموزم الى جزيئين (أو كروموزمين) يتجه أحدهما نحو أحد القطبين ويتجه الثاني نحو القطب الآخر للخلية المنقسمَة.

المرْتَكَز
يتصل الكروموزم والنسخة الجديدة منه معاً في نقطة يطلق عليها المرْتكز.

فصل خيطي DNA في الجين
يتكون الجين من قطعة من DNA ويقوم أحد خيطين بحمل شيفرة بناء البروتين .

جسيم ريبي
يعمل الرايبوسوم مع المواد الاخرى في ربط حوامض امينية معينة في تتابع منسق وذلك بتحركه على طول رنا المرسال وقراءة تسلسل القواعد فيه.

ثلاثيات القواعد
كل ثلاثي قواعد يشفّر لحامض أميني معين.

سلسلة متنامية من الحوامض الأمينية

الحوامض الامينية
هنالك 20 حامض أميني يُمثل سياق تسلسلها المختلف في آلاف البروتينات. وتكون جزيئات الحوامض الأمينية موجودة حرّة في سايتوبلازم الخلية.

قاعدة نيوكليوتيد
يوجد في جزئية حامض دنا أربعة انواع من القواعد النيتروجينية هي الثايمين (T) والسيتوزين (C) والكوانين (G) والأدنين A)). ويكون ارتباط القواعد النيتروجينية هذه نوعيا في شريطي دنا، حيث يرتبط الأدنين في أحد الخيطين بالثايمين من الخيط الآخر، والسيتوزين بالكوانين. ومصطلح النيوكليوتيد يمثل قاعدة نيتروجينية مع سكر خماسي مع مجموعة فوسفات.

ثيامين T

سيتوسين C

العمود الفقري لـ DNA
ان جزئيات السكّر والفوسفات تمثلان العمود الفقري لجزئية الدنا.

الحلَزون المزدوج لـ DNA
يتألف الدنا من شريطين متلولبين حول بعضهما مكونين بذلك تركيباً يطلق عليه اللولب المزدوج أو الحلزون المزدوج.

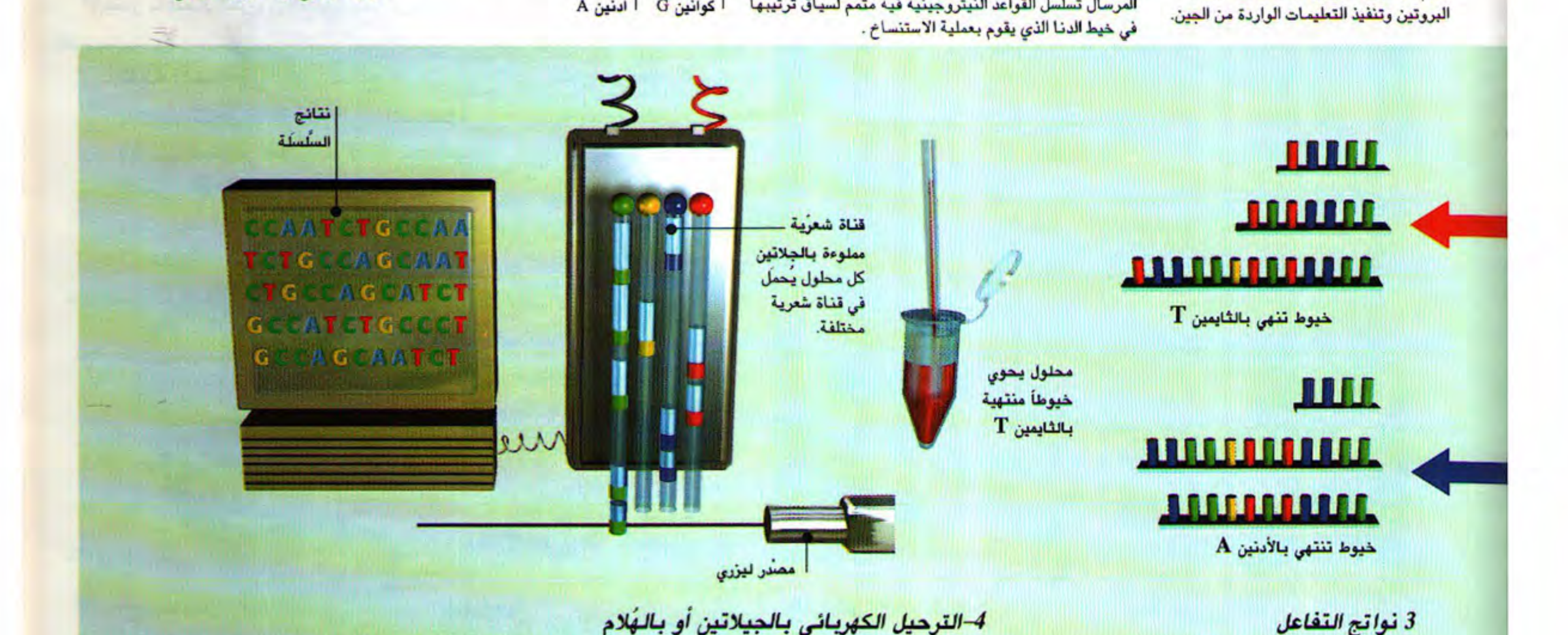
قاعدة حرّة

أدنين A

كوانين G

خيط رنا المراسل
عندما ينفصل خيطا الدنا عن بعضهما يعمل أحدهما كقالب لصنع رنا المرسال وذلك عن طريق ارتباط القواعدة الحرة الموجودة في النواة بالقواعد المكملة الموجودة في خيط دنا الذي يقوم بعملية الاستنساخ ، فينشأ عن ذلك خيط من رنا المرسال تسلسل القواعد النيتروجينية فيه متمم لسياق ترتيبها في خيط الدنا الذي يقوم بعملية الاستنساخ .

كيف يُصنَع البروتين
يَنفَصل أولاً خيطا الحلزون المزدوج لمنطقة الدنا الحاوية على الموروث عن بعضها. يتم استنساخ رَنا المراسِل (mRNA) الذي يمثل خيطا من الدنا متمّماً لخيط الدنا الذي يَعْمل كقالب أو صفيحة استنساخ . وتسلسُل القواعد النيوكليوتيدية في الدنا المراسل هو الذي يعين نوع البروتين الذي سوف يبنى، والذي تكون شفرته الاصلية موجودة في قطعة دنا التي يتركب منها الجين المعني في الخيط الذي يقوم بعملية استنساخ رنا المراسل. وينتقل رنا المراسل الى السيتوبلازم حيث تقوم الجسيمات الريبيةribosomes ببناء البروتين وتنفيذ التعليمات الواردة من الجين.



3 نواتج التفاعل

تتكون عدة نسخ جزئية لقطع من دنا مختلفة الطول. وتبعاً للمحلول، فانها جميعا تنتهي بنفس القاعدة النيتروجينية (إما الثايمين أو الأدينين أو الكوانين أو السيتوزين).

4-الترحيل الكهربائي بالجيلاتين أو بالهُلام

إن نُسَخ قطع DNA في المحاليل الأربعة يمكن عزلها عن بعضها تبعا لحجومها بتقنية يطلق عليها (الترحيل الكهربائي بالهُلام) التي يتم من خلالها ترحيل تلك القطع تحت الجهد الكهربائي عبر أنابيب شعرية مملوءة بالهلام. ويقوم الليزر بعدئذ بقراءة تسلسل أو سياق ترتيب القواعد النيتروجينية بكل قطعة. ويقوم الحاسوب بإعداد سَلْسَلة DNA باستعمال تلك البيانات.

تكنولوجيا تقدير الأعمار

أن تكنولوجيا الأعمار أو تكنولوجيا تقدير الأزمان هي من التكنولوجيات التى يمكن تحقيقها بعدة طرق أو تِقنِيات، بهدف معرفة عمر بعض الأجرام الطبيعية والمصطنعة وغيرها. والطرائق المستعملة تتراوح بين تلك المستعملة لتقدير أعمار بعض الصّخور التي تمتد الى 4 ملايين سنة، وعمر الأشجار الخشبية في القرن التاسع عشر. وهذه الطرائق لايمكن الاستغناء عنها كأدوات بحثية يستعملها علماء الجيولوجيا، والباحثون في علم البَشَريات وعلماء الآثار.

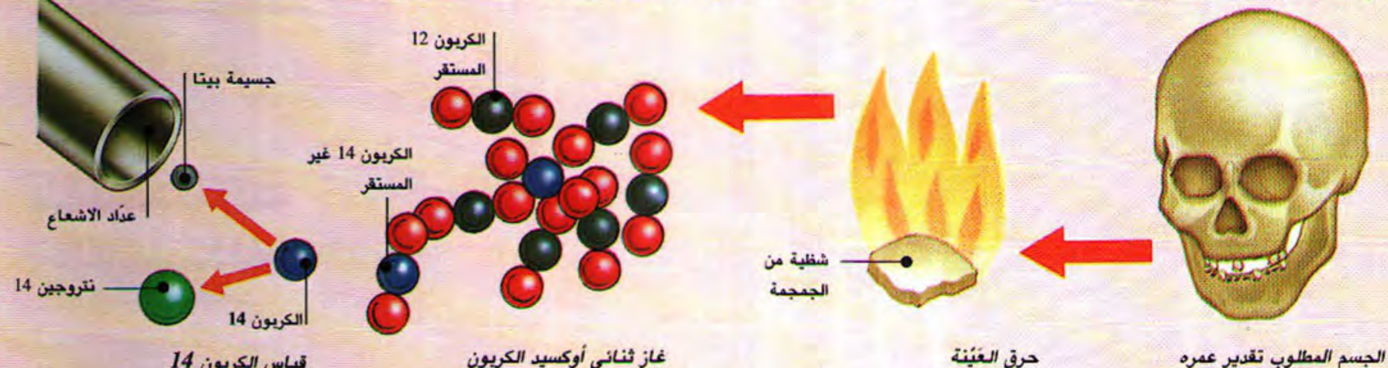
هناك طرائق تعتمد الظاهرة الاشعاعية كأساس في تقدير الاعمار . إذ ان لبعض العناصر الكيميائية صيغ مختلفة غير مستقرّة يطلق عليها اسم النظائر المُشِعّة ، التي تنحل ذراتها تلقائيا عبر الزّمن. ويتضمن الإنحلال تحوّل ذرة النّظير المشع الى ذرّة عنصر آخر وانبعاث أشعة ألفا أو بيتا بصورة متزامنة مع عملية الانحلال. إن سرعة انحلال أي نظير ثابتة ويُعبّر عنها بنصف العُمر الاشعاعي أو العمر النصفي، وهو الزمن اللازم لانحلال نصف ذرات ذلك العنصر. ويُهيء العمر النصفي ساعة داخلية ضمن الجسم الذي يوجد به العنصر المشع منخرطاً في بنية الجسم المعني. ويعض هذه الاجسام يمكن تقدير أعمارها عن طريق حساب نسبة النظير المشع الى نواتج الإنحلال (وهي الطريقة المستعملة في تكنولوجيا أعمار الصّخور ذات النشاط الاشعاعي). أما الطرق الاخرى فيتضمن بعضها تقدير كمية النظير المشع المتبقية، مقارنة مع الصّيغة المستقرة لنفس العنصر (وهي الطريقة المستعملة في تكنولوجيا الاعمار باعتماد الكربون المشع). كما أن هنالك طريقة اخرى تستند الى ملاحظة التأثير المباشر للانحلال الاشعاعي في الحبيبات المعدنية . فلدى انحلال ذرَّة اليورانيوم 238- (U-238)،فان الجسيمات المنبعثة تحدث آثاراً ضارة، يطلق عليها خطوط الانشطار أو مسارات الانشطار في بِنية المعادن. ويزداد عدد الخطوط الانشطارية مع الزّمن، لذا فان عمر المعدن يمكن تقديره بحساب كثافة تلك الخطوط وتعييرها مع كمية اليورانيوم 238- في ذلك المعدن. اما تكنولوجيا الأعمار التألّقية فهي الاخرى ذات علاقة بالنشاط الاشعاعي أو الإشعاعية ، لكونها مبنية على أساس تقدير الإلكترونات المتجمعة المقتَنَصَة من قبل الاجسام التى سبق أن عُرّضت الى إشعاع طبيعي.

ومن الطرق التي لا تمُت الى الاشعاعية تكنولوجيا، تقانة تقدير الأعمار بواسطة القِدَم المغناطيسي. وهذه الطريقة تستند الى تغيير المجال المغناطيسي على سطح الأرض بين زمن وآخر. وينشأ عن ذلك تكوّن حزم أو اشرطة متبادلة الاتجاهات المغناطيسية في الصخور الرسوبية الناشئة في تلك الازمان وهو ما يسمى شيفرة الأعمدة (bar code) في نفس الصخرة.

أما تقدير أعمار الأشجار (Dendrochronology)، فان هذه التكنولوجيا تستند الى عدد الحلقات السنوية في الخشب ومدى سعتها أو ضيقها عبر الزمن، وما تنطوي عليه معاينة الحلقات من إنعكاسات استجابة للظروف المناخية التي زامنت تكوين تلك الحلقات، كالتقلبات في درجة الحرارة ومعدل سقوط المطر. إن مثل هذه التباينات في نمط الحلقات السنوية تمثل انعكاساً للتبدلات المناخية التي سادت الارض في وقت تكوين تلك الحلقات، وبالتالي فإن دراسة الحلقات السنوية يمكن اعتماده كَمعْلَمة أو كبصمة ابهام في تكنولوجيا الأعمار.

تقانة الأعمار بالكربون المشع

تستعمل تكنولوجيا تقدِير الأعمار باستعمال الكربون المشع في تقدير عمر المواد ذات المَنشأ العضوي (أي الناشئة من الحيوانات او النباتات) والتي تمتد الى 70,000 سَنة. وهذه الطريقة تستند الى حقيقة ان الكائنات الحيّة تمتص نظير الكربون المشع كربون– 14 او (C-14) فى خلاياها جنباً الى جنب مع ذرات الكربون الاخرى. ويتولد الكربون المشع 14 نتيجة اصطدام المُركّبات الكربونية فى أعالي الجو بدقائق الأشعة الكونية، مُنتجة بذلك نسبة بسيطة، لكنها ثابتة، من الكربون في الجو. وعند موت الكائن الحي، لا ينتقل الى جسمه أي صيغة من الكربون بعدئذ، كما ان الكربون14 المشع يجري انحلاله (العمر النصفي لكربون 14 هو 5,730 سنة). ويستند تقدير العمر الى تقدير كمية الكربون 14 المتبقية نسبة الى المجموع الكليّ للكربون.



الجسم المطلوب تقدير عمره
ان الجسم الذي يطلب تقدير عمره قد يكون مؤلفاً من عَظْم (كما في المثال أعلاه وهو الجمجمة) أو خشب، أو صَدَفة، أو الياف عضوية في الملابس، أو البقايا العضوية الاخرى.

حرق العَيّنة
تحرق شذفة او قطعة صغيرة من الجسم. وخلال عملية الاحتراق، يتحد جميع الكربون في العَينة مع الاوكسجين لتكوين غاز ثنائي أوكسيد الكربون.

غاز ثنائي أوكسيد الكربون
تحوي بعض جزئيات ثنائي أوكسيد الكربون، الكربون 12 بينما يحوي بعضها الاخر على النظير المشع غير المستقر وهو كربون 14.

قياس الكربون 14
تنحل ذرّات الكربون 14 لتكوين النيتروجين 14، وانبعاث جسيمات او دقائق بيتا (وهي الكترونات) ، وهذه يمكن الكشف عنها بواسطة جهاز عداد الاشعاع.

تقدير الأعمار بالتألُّق

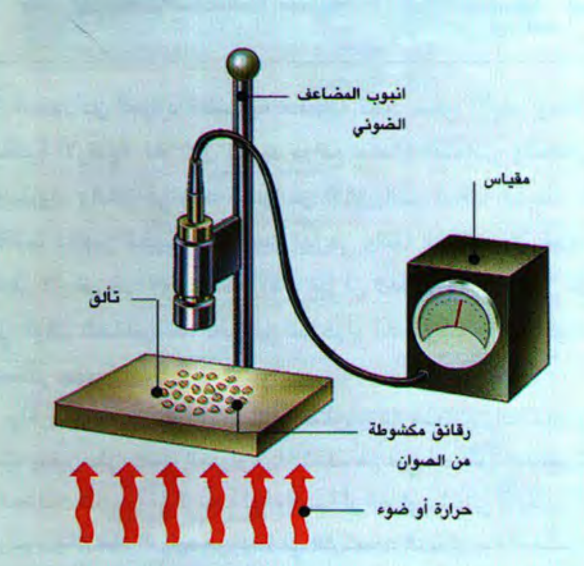
(أو الانبعاث الضوئي)

ان طريقة تقدير الاعمار بالتألق تُستعمل لتقدير أعمار الأجسام الحاوية على المعادن مثل الكوارتز والمدفونة منذ مئات الألوف من السنين . عبر الزمن، تقوم المعادن بتجميع ما يطلق عليه الطاقة التألقية الكامنة، التي تنشأ نتيجة التعرض للاشعاع. ولدى التعرض للضوء أو الحرارة تتحرر الطاقة الكامنة التألقية . وبقياس كمية الطاقة التألقية الكامنة هذه في جسم مًا ، يستطيع العلماء حساب آخر وقت كان الجسم المعني قد تعرّض للضوء أو الحرارة. وفي الاواني المصنوعة من الفخّار أو من حجر الصوّان التي كانت قد أستخدمت للطبخ في الازمان الغابرة، يمكن بهذه الطريقة معرفة الزمن الماضي الذي عاش فيه البشر الذين استعملوا تلك الأواني.



الصّوان القديم

يَمتصُّ الصّوان المطمور أو المدفون الاشعاع من المحيط. والطاقة الناشئة من الاشعاع، تقوم بتحرير الإلكترونات التي يَجري اقتناصها بسبب عدم النَّسَق البلوري للمعدن الذي يتركب منه حَجَر الصوان.



قياس التألق

ان تسخين عينة من الصوان أو تعريضها للضوء يؤدي الى تحرير بعض الالكترونات المحجوزة. وباختفاء الالكترونات، تبعث البلورات ضوءً يمكن قياسه بصِمام المضاعِف الضوئي. ان كمية الضوء المتحرّر تمثل الطاقة الكامنة التألقية.

الحلقات الشجرية المقطوعة

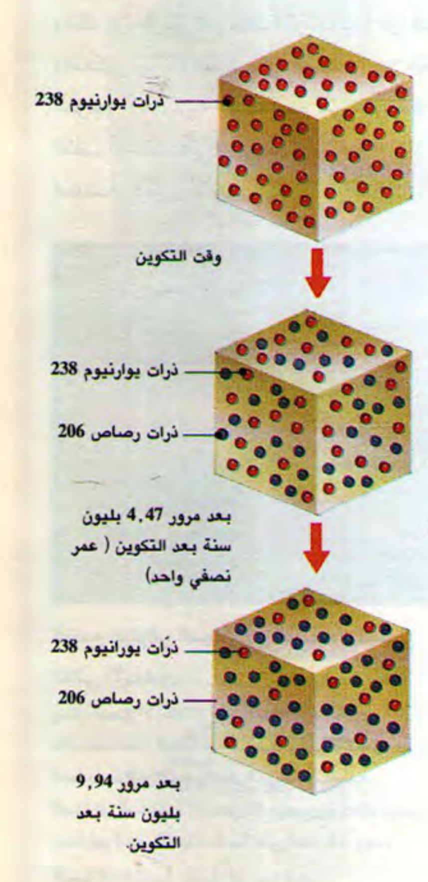
ان دراسة الخشب في الاشجار المقطوعة حديثا، أو في الأبنية القديمة في المناطق الآثارية قد مكّنت العلماء من جمع بيانات عن الحلقات الشجرية (أو الحلقات السنويّة) تمتد الى آلاف السنين في بعض انواع الاشجار ، كالصنوبر الهُلْبي المخاريط في الولايات المتحدة والبلوط الاوروبي. والعديد من الأشياء القديمة المصنوعة من الخشب يمكن معرفة اعمارها وتاريخ وجودها بدرجة عالية الدقّة عن طريق مطابقة الانماط المتناظرة لتلك الحلقات، وكذلك انعكاسات التقلبات الحرارية وسقوط الامطار في الازمان الغابرة.

تقدير عمر الصخور بالقياس الإشعاعي

تنشأ صخور معينة مثل الغرانيت والبازلت نتيجة تبلور المعادن الموجودة في منصهر الصخور البركانية . وهذه الصّخور يمكن تأريخها أو تحديد عمرها عندما تنخرط في بِنيتها نظائر مشعة مناسبة اثناء تكونها. وعند تقدير اعمار الصخور الى يصل عمرها الى ملايين السنين ، فان النظائر المشعة التي يكون العمر النصف فيها طويلاً جداً (مثل اليورانيوم) هي وحدها المناسبة. وتستند عملية تقدير العمر على النسبة بين النظير المشع والعنصر المستقر الناتج عن انحلاله. وكلما كانت هذه النسبة أقل كلما دلّ ذلك على عمر أطول.

التاريخ بواسطة نسبة اليورانيوم / الرصاص

ان عمر النصف لليورانيوم -238 (U-238) هو 4,47 بليون سنة، وهو يتحول تدريّجيا الى الرصاص -206 (Pb-206). وتقدير العمر بهذه الطريقة يستند على قياس النسبة بين اليورانيوم والرصاص.



الاستكشاف الجيولوجي

ان العديد من الموارد الطبيعية مطمورة تحت سطح الأرض ومتلازمة مع صخور القشرة الأرضية. لقد كان تحديد مواقع خامات المعادن، والمعادن، والفحم والبترول، والغاز في وقت مضى من الأمور التى تحفُّها الحيطة، الا ان صناعات كلفتها ملايين الجنيهات مكرّسة لها في وقتنا الحاضر . إن هذه الكنوز المخفية في باطن الأرض هي موارد محدودة ، غير أن المتوفر منها هو في طريقهِ الى النضوب في الوقت الحاضر، مما دفع إلى استخدام تكنولوجيا اكثر تعقيداً وتطوراً لايجاد مصادر جديدة.

ولغرض تحديد مواقع الاحتياطي المخزون من المعادن والخامات والوقود المتحجرَ، فانه يتعين على علماء الجيولوجيا الكشف عن نوع الصخور الموجودة تحت سطح الارض، والعلاقات العُمرية أو الزمنية لها والبنية أو التركيب ثلاثي الابعاد (المجسّم) لها. وعلى الرغم من ان هذه الموارد موجودة في التركيبات الجيولوجية المختّلفة الا ان التقنيات المستعملة في الاستقصاء عنها واحدة.

والاقمار الصناعية أو التوابع المستّعملة للاستشعار عن بعد أو للتحسس النائي، وكذلك الرادار، هي من بين الطرق المستعملة لمسح الأراضي السطحية وتكويناتها الجيولوجية، بينما تقنيات الجاذبية والمغناطيسية تستخدم لمسح الصخور الموجودة في باطن الارض وتعيين خصائصها. وهذه الطرق او التقنيات مجتمعة تستخدم لتشخيص المناطق المستهدفة وعمل الخرائط لتراكيب الصخور الموجودة تحت سطح الارض. اما المسح الزلزالي فانه ينتج فرصة لمعرفة الاشكال المجسمة (ثلاثية الابعاد) للتكوينات الصخرية، وذلك عن طريق الموجات الارتجاجية. ان هذه الموجات الاهتزازية تنتقل عبر الصخور، وتنعكس جزئياً عند الحدود الفاصلة بين الصخور المختلفة . والمدة اللازمة لرجوع الموجة الاهتزازية الى المصدر هي التي تحدد عمق الطبقة الصخرية. وتستخدم طريقة الثقب الاستكشافي أو الحفر الاستكشافي للتأكد والتحقق من وجود تلك الموارد بعد استخدام الطرق الأخرى.

تقْنيّات المسح

توظَّف البيانات ذات النطاق الواسع ، كتلك المستحصلة بالاقمار الصناعية والمسح الجويّ، لتوضيح الجيولوجيا الموقعية، والتدليل على وجود الخامات والمعادن أو الرواسب النفطية. كما تُستخدم أجهزة استكشافية اكثر توجّهاً لتحديد الموقع الدقيق لاحتياطي الموارد وطبيعتها، وامتدادها وحجمها.

القمر الصناعي لنظام التموقع الجغرافي
يستخدم علماء الأرض (الجيولوجيون) نظام GPS باستخدام البيانات المقاسة بالاقمار الصناعية لتعيين بيانات المواقع.

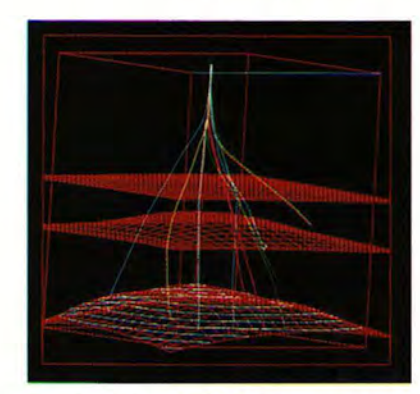
الحفر المشاطىء الاختباري
عندما يكون الحقل النفطي واقعاً في المناطق الساحلية المشاطئة، أي في المناطق المغمورة من الشاطئ، توضع مقطورة برج الحفر النفطي لتأمين عملية الحفر الاستكشافي.

المسْماع المائي
جهاز يوضع في مؤخرة مَركَب المسح يتحسس الموجات المرجافية الراجعة (او المنعكسة) من الطبقات تحت القاع.

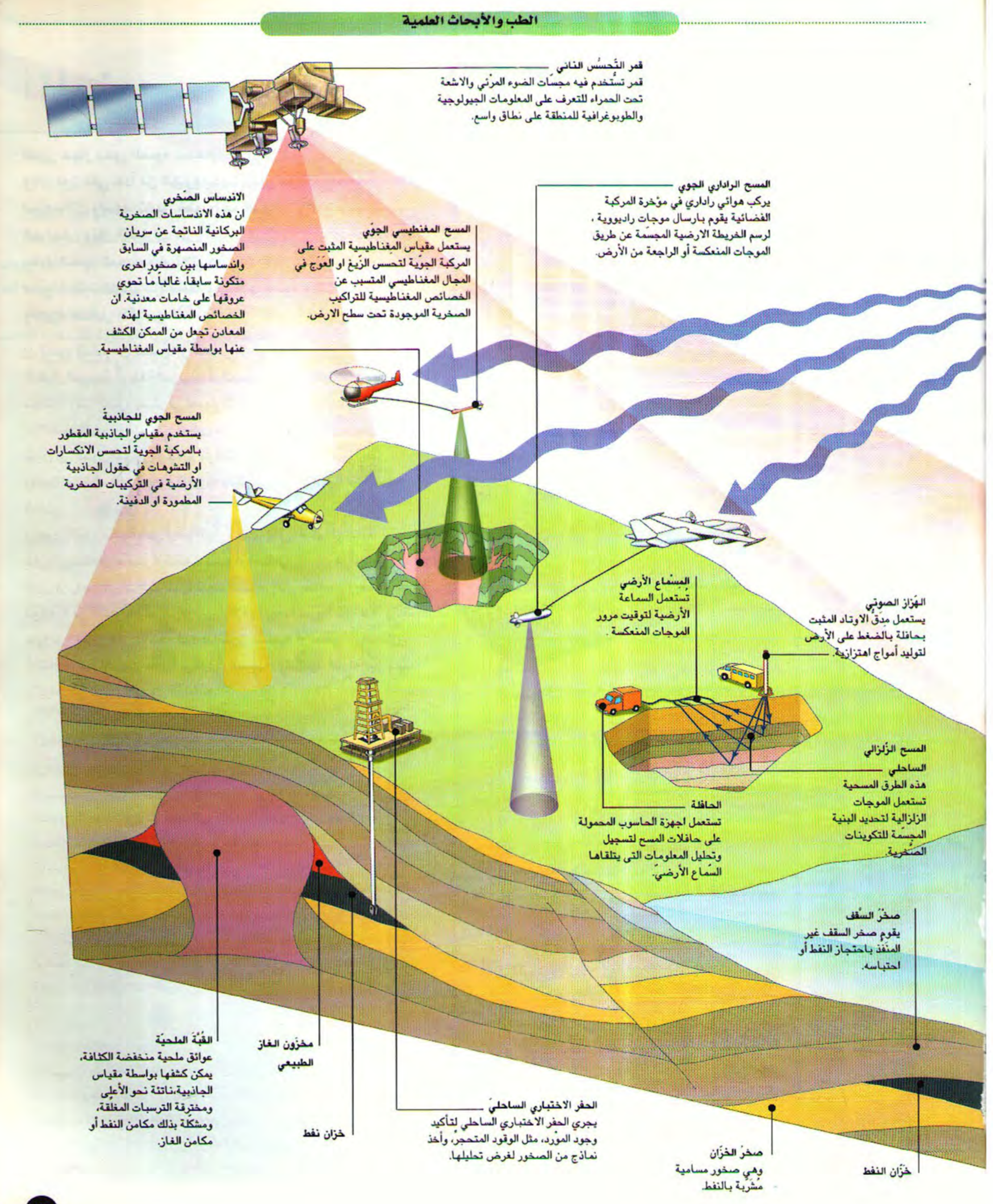
مَركَب المَسْح

جهازَ الحفْر الاتّجاهي
تقنية الحفر الحديثة تمكن من توجيه رأس الحفر بالاتجاه المطلوب وهو تحت سطح الأرض.

المسح الارتجافي الشاطيء
المسوحات الارتجافية يتم إيصالها عن طريق الهواء المضغوط الذي يدفع بماء البحر لتوليد موجات ارتجافية.



المسح الزلزالي المجسَّم (أو المسح الارتجاجي ثلاثي الأبعاد)
يمثّل المسح الارتجاجي المجسّم العمود الفقري للاستكشافات الصناعية النفطية. وهي تستعمل لتحديد مواقع النفط واعداد الخريطة المجسمة للمناطق المشاطئة (المغمورة). والصورة أعلاه توضح مسارات الحفر البديلة مثبتة على الخارطة. وهذه المسارات تستعمل كدليل لتوجيه الحفْر .

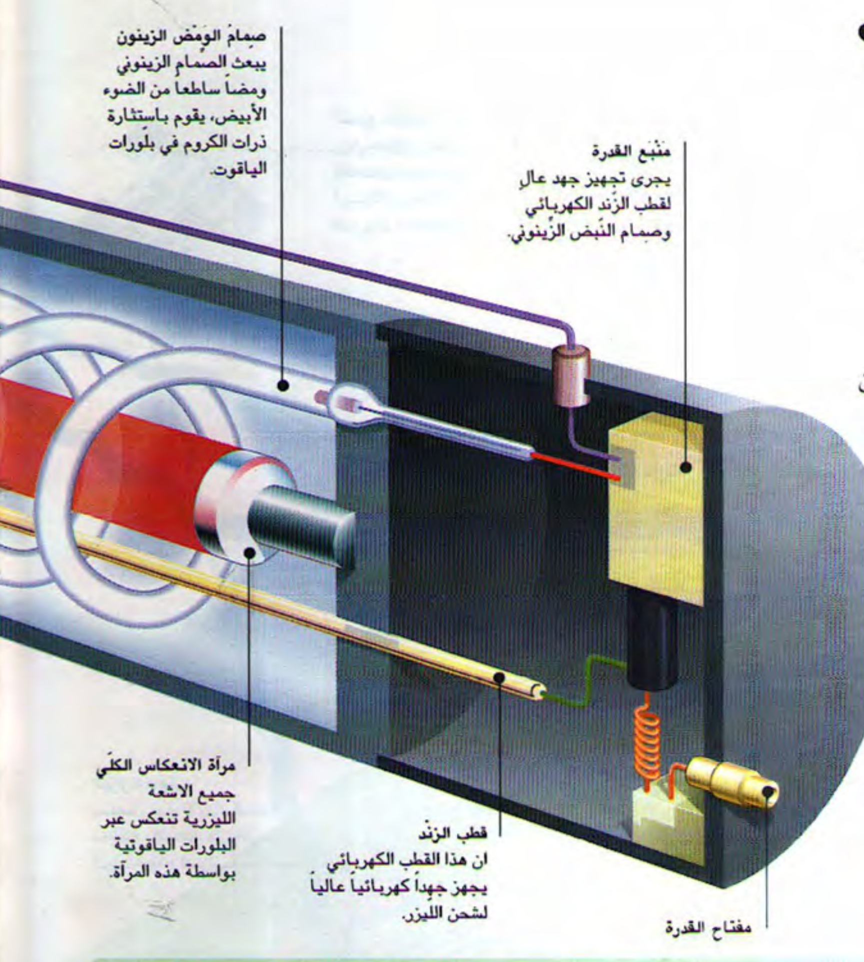

قمر التَّحسُس النائي
قمر تستخدم فيه مجسات الضوء المرئي والاشعة تحت الحمراء للتعرف على المعلومات الجيولوجية والطوبوغرافية للمنطقة على نطاق واسع.
المسح الراداري الجوي
يركب هوائي راداري في مؤخرة المركبة الفضائية يقوم بارسال موجات راديووية ، لرسم الخريطة الارضية المجسمة عن طريق الموجات المنعكسة أو الراجعة من الأرض.
الاندساس الصَّخري
ان هذه الاندساسات الصخرية البركانية الناتجة عن سريان الصخور المنصهرة في السابق واندساسها بين صخور اخرى متكونة سابقاً، غالباً ما تحوي عروقها على خامات معدنية. ان الخصائص المغناطيسية لهذه المعادن تجعل من الممكن الكشف عنها بواسطة مقياس المغناطيسية.
المسح المغنطيسي الجوّي
يستعمل مقياس المغناطيسية المثبت على المركبة الجوية لتحسس الزَّيغ او العَوَج في المجال المغناطيسي المتسبب عن الخصائص المغناطيسية للتراكيب الصخرية الموجودة تحت سطح الارض.
المسح الجوي للجاذبية
يستخدم مقياس الجاذبية المقطور بالمركبة الجوية لتحسس الانكسارات او التشوهات في حقول الجاذبية الأرضية في التركيبات الصخرية المطمورة او الدفينة.
المِسْماع الأرضي
تستعمل السماعة الأرضية لتوقيت مرور الموجات المنعكسة .
الهَزاز الصوتي
يستعمل مِدق الاوتاد المثبت بحافلة بالضغط على الأرض لتوليد أمواج اهتزازية.
المسح الزِلزالي الساحلي
هذه الطرق المسحية تستعمل الموجات الزلزالية لتحديد البنية المجسَّمة للتكوينات الصخرية.
الحافلة
تستعمل اجهزة الحاسوب المحمولة على حافلات المسح لتسجيل وتحليل المعلومات التى يتلقاها السَّماع الأرضيّ.
صخرُ السَّقف
يقوم صخر السقف غير المنفذ باحتجاز النفط أو احتباسه.
القُبّة الملحيّة
عوائق ملحية منخفضة الكثافة، يمكن كشفها بواسطة مقياس الجاذبية،ناتئة نحو الأعلى ومخترقة الترسبات المغلقة، ومشكلة بذلك مكامن النفط أو مكامن الغاز.
مخزَون الغاز الطبيعي
خزان نفط
الحفر الاختباري الساحليّ
يجري الحفر الاختباري الساحلي لتأكيد وجود المورد، مثل الوقود المتحجر، وأخذ نماذج من الصخور لغرض تحليلها.
صخرُ الخزّان
وهي صخور مسامية مُشرَبة بالنفط.
خزّان النفط

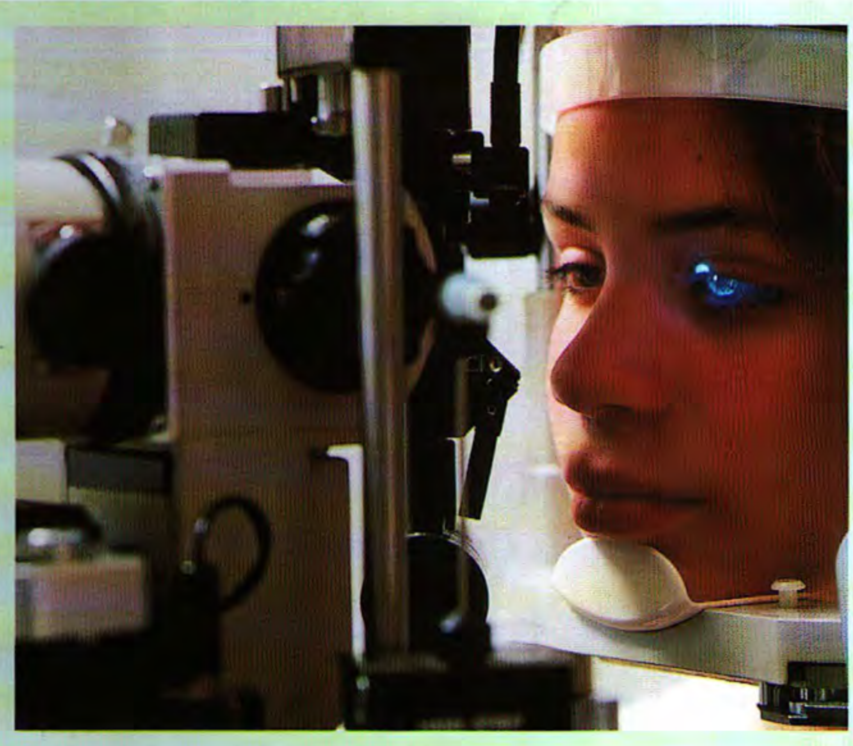
الليزر

الليزر جهاز يحوّر الضوء للحصول على حزمة ضوئية مكثفة وضيقة وذات لون نقي جداً من الضوء بحيث تكون موجاته متزامنة. ولليزر استعمالات واسعة، تشمل قَطْع ولَحم المعادن، وقَطْع الأنسجة في الجراحة ، ونقل الإشارات عبر الألياف البصريّة، وقياس المسافات، وعمل الصور المجسَّمة أو ثلاثية الأبعاد. كما يُستعمل الليزر أيضاً في مسْح شيفرة الترميز بالأعمدة، وفي آلات الطبع وأجهزة الاستنساخ وأجهزة تشغيل الاقراص المدْمَجَة.

إن الضوء القادم من الشمس، او الصادر من أي مصدر ضوئي، يحوي مزيجاً من الاطوال الموجية، أو بلغة الجزئيات أو الجسيمات يحوي فوتونات ذات طاقات مختلفة. وهذا الضوء ينتشر في جميع الاتجاهات بعد انبعاثه من المصدر. أما الضوء الليزري، فهو على العكس من ذلك، منسَجم باحتوائه على مدى ضيق من الطول الموجي، وجميع موجاته متزامنة أي في نفس الطور. وفضلاً عن ذلك، فإن الحزمة الليزرية تنتشر بدرجة أقل كثيراً من الضوء العادي.

ويحوي الليزر مادة تدعى وسَطَ اللَّيْزَرَة الذي يكون صلْباً أو سائلاً أو غازياً. ويستعمل مصدر للطاقة لتهييج أو استثارة الذرّات في وسَط اللَّيْزَرَة. وهذه الذرات المستثارة تبعث الضوء، الذي يُقْتَنَص ويضخَّم بمرايا موجودة في التجويف البَصَري قبل اطلاقها بهيئة حزمة شعاعية. واعتماداً على نوع اللّيزر فان الاشعة هذه قد تكون مستمرة أو نبضية، وقد تكون الاشعة مرئية أو تحت حمراء أو فوق بنفسجية، وقد تمتد قدرته بين بضعة ملِّيواط الى تريليونات من الواطات.



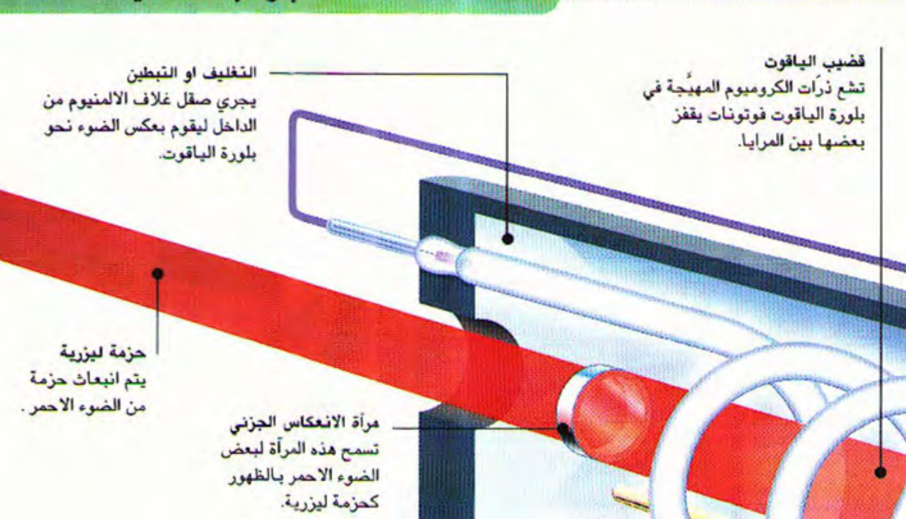


الجراحة الليزرية

ان الليزر يستعمل بتزايد في الجراحة. وخلافاً لاستعمال المِبضَع فإن الجراحة الليزرية تتم بتوليد حرارة في نسيج الجسم. وهذه الحرارة تكوي وتلحم الاوعية الدموية حال قطعها، جاعلة النزف في حَدِّه الادنى. ان الاشعة الليزريّة يمكن توجيهها بدقة عالية، لذا فإنها مثالية في الجراحة الدقيقة للعيون ، ولحام الشبكيّة المنزوعة، ولحام أوعية الدم المحروقة، أو تعديل شكل القرنية لاصلاح بعض العيوب المتعلقة بالابصار. ان المباضع الليزرية تستخدم على العموم غاز ثاني اوكسيد الكربون كوَسَط ليْزرَة، في حين يستعمل في ليزر جراحة العيون في الغالب غاز الآرغون.

جراحة العين اللّيزَرية

خلال جراحة العين اللّيزريّة، يجب أن يؤمن تثبيت رأس المريض وعدم حركته، ويجري تسديد اللّيزر باستعمال جهاز تصوير خاص يسمى جهاز تصوير الشبكية. ان المعالجة اللّيزرية في حالات مثل نزع الشبكية في أمراض الشبكية غالباً ما لايتطلب التخدير، كما لا يتطلب البقاء ليلا في المستشفى.

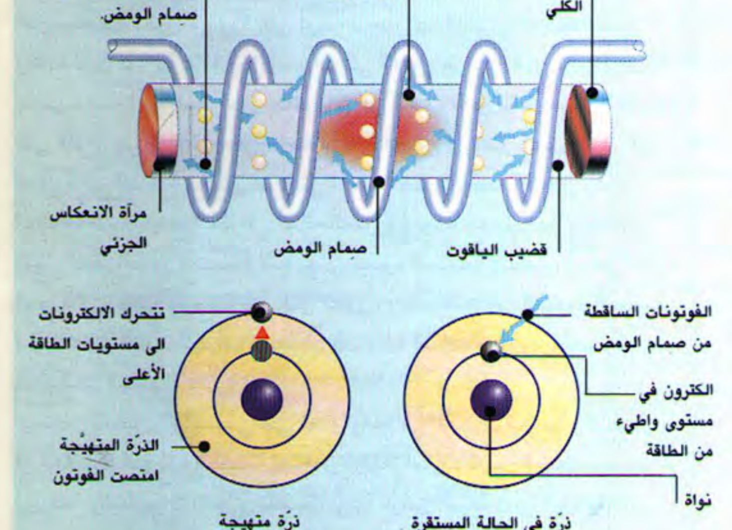


ليْزر الياقوت

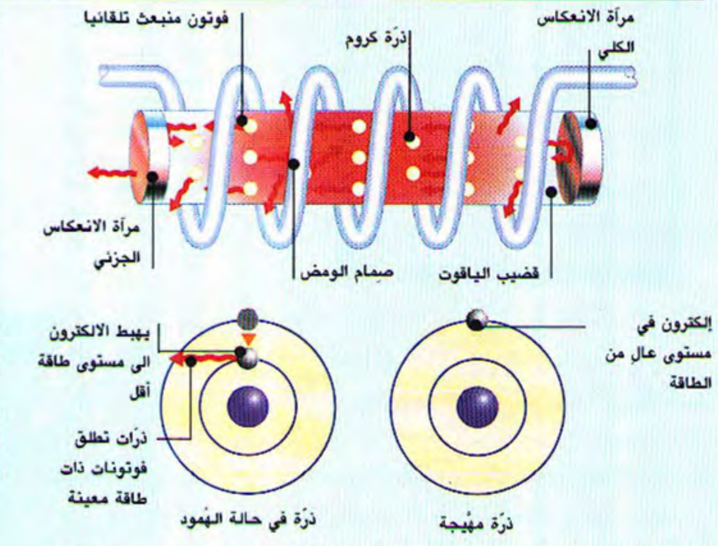
كان أول انواع الليزر التي بُنيت هو ليزر الياقوت. والياقوت بلورة من اوكسيد الألمنيوم تحوي بعض ذرّات من الكروم. ويعمل ملف صمام الومض الموجود حول القضيب الياقوتي على تجهيز طاقة ضوئية تهيّج أو تستثير ذرات الكروم. ان الضوء المنبعث بهذه الطريقة يرتدّ بين المرايا الموجودة عند نهاية القضيب، محفّزاً عدداً آخر من ذرات الكروم لبعث الضوء.

تضخيم الضوء

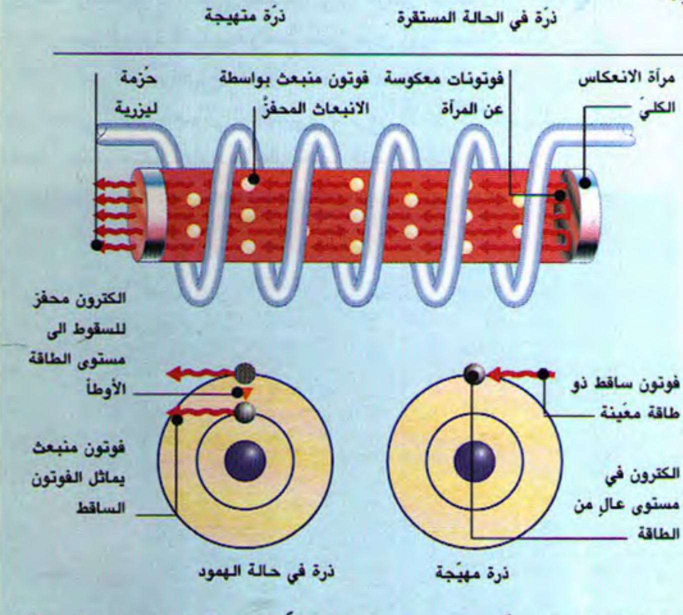
ان مصطلح الليْزر Laser هو عبارة مشتقة من الأحرف الأولى للعبارة (Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation) وفي ليزر الياقوت، تعمل الطاقة الصادرة من صِمام الوَمْض على رفع ذرات الكروم من الحالة المستقرة. وهذه الذرات المهيّجة او المستثارة للكروم تبعث بصورة تلقائية فوتونات من الضوء الأحمر، ثم تعود الى الحالة المستقرة. وعندما يصطدم أحد الفوتونات بذرّة مهيّجة فان فوتوناً مماثلاً يتحررُ بطريقة يطلق عليها (الإبتعاث المستّثار). والفوتونات المارة في قضيب الصّمام تُسبب سلسلة متعاقبة من الابتعاثات المستثارة مولّدة بذلك الحزمة الليزرية.



1. جميع ذرات الكروم تكون في العادة في الحالة المستقرة. ولإحداث عملية اللّيزرة، فان معظم الذرات يجب ان تصبح مهيّجة تبعث الضوء تلقائياً (أي تكون الكتروناتها مرفوعة الى مستوى طاقة اعلى) ويطلق على هذه الظاهرة اسم الإنقلاب الجَماعيّ.



2. ان الذّرات المتهيّجة تبعث الضوء تلقائياً عند انتقال الكترونات مستوى طاقة اعلى الى مستوى طاقة أخفض. وتمتلك الفوتونات المنبعثة طاقة مساوية لفرق الطاقة بين المستويين . وهذا الانبعاث التلقائي للضوء يكون عشوائياً في الاتجاه والزمان.



3. ان الابتعاث المحفّز يحصل عندما تصطدم الذّرات المهيّجة بفوتونات ذات طاقة معيّنة. وهذا ينقل الذرّة الى الحالة المستقرّة، ويبعث فوتوناً يمتلك نفس الطاقة (الطول الموجي)، ونفس الطور، وكذلك بنفس اتجاه حركة الفوتونات الساقطة.

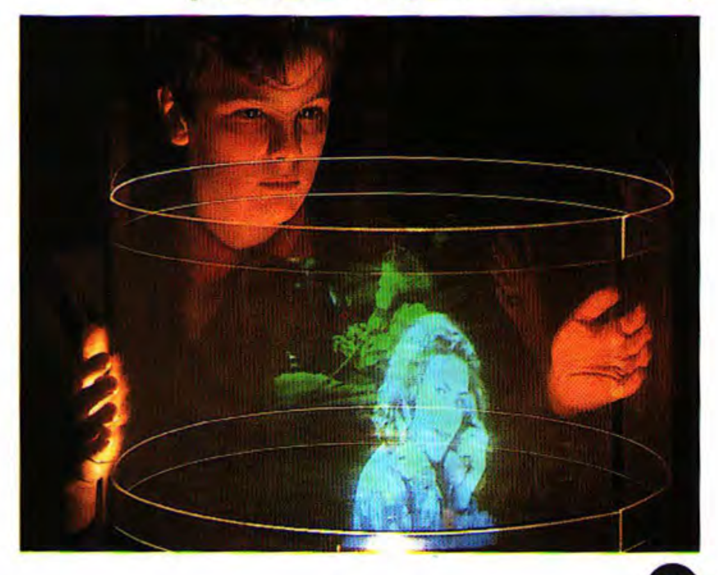
التصوير التجّسيمي (الهولوغرام)

الصُور المجسمة والتي من المألوف أن يطلق عليها الصور ثلاثية الابعاد، والمتعددة الألوان تُستعمل كشعار أمين في بطاقات الائتمان وعلى مغلفات الأقراص المدمَجَة. ان نظرية التصوير التجْسيميَ قد اوجدت من قبل دَنِس كابور عام 1948، والذي ربط مصطلح الصورة المجسمة (holo-gram) بالاشتقاق الاغريقي للكلمة وهو (holos) وتعني الكُلّ و(gramma) وتعني رسالة، الا أن مصطلح التصوير التجسيمي لم يكن ممكناً قبل اختراع الليزر في الستينيات من القرن العشرين.

ان الصورة المجسّمة هي صورةَ من نَمَط التداخل وتنشأ نتيجة تداخل الاشعة الضوئية. وعلى العكس من الصورة القياسية التي تمثل نسخة مباشرة للجسم الذي يخصها ، فإن الصورة على لوحة أو صفيحة الصورة المجسّمة تبدو وكأنه ليس لها أية علاقة بالجسم. اذ على العكس من ذلك فهي تبدو وبهيئة خِصَل مضاءة ومعتمة، تحمل معلومات عن الضوء الذي انتقل من الجسم وظهر على اللوح، بما في ذلك الطور، وما اذا كان الضوء في نفس الطور أم لا . ان المعلومات الخاصة بالطور هي التي تعطي الصور المجسّمة العُمق وتمكّن المشاهد من أن ينعم النظر في أجزاء الصورة ويحيط بجزئياتها. ويستعمل الليزر لعمل الصور المجسّمة لانه يهيئ الضوء المنسجم المطلوب (وهو الضوء الذي تكون جميع موجاته في نفس الطور). وعندما تعرض الصورة المجسّمة فان الخِصَل تسبب انحراف الموجات الضوئية الساقطة عليها، فتبدو وكأنها قادمة من الجسم الأصلي.

يستعمل التصوير التجسيمي على نطاق واسع في الأبحاث العلمية والاختبار. اذ ان العلامات الليزرية المجسمة تستعمل كجهاز أمان لأنه من الصعب تزويرها او تزييفها. والتطبيقات الاخرى تتضَمّن لوحة عرض البيانات في الطائرة التى تعرض صور أجهزة القياس الواقعة ضمن مدى رؤية قبطان الطائرة، وفي عامود ماسح الشيفرة في المخازن . وعندما تصبح الحواسيب البصرية المبنية على أساس النّبض الضوئي او البصري بدلاً من الاشارات الكهربائية حقيقة واقعة ، عندها سيبدأ اعتمادها على تقنية التصوير التّجْسيمي.





التصوير التجسيمي في الفن والتسلية أو المسرح

الى جانب استعمال التصوير التجسيمي في البحوث العلمية الدقيقة وفي التطبيقات التجارية الحسّاسة كالتدابير الأمنية ، فان استعمالاته قد تطورت لتصبح فنّا أو صناعة فنية، واصبحت الصّور المجسّمة تشاهد في المتاحف وفي صالات العرض في جميع انحاء العالم. ويمكن انتاج الصور المجسّمة بالجملة، وبأسعار زهيدة تجعلها مناسبة لرزم الهدايا والبضائع الجديدة. ان صناعة المسرح والتسلية (كالسِّرك) تنتظر تطوير تقنية التصوير التجسيمي المتحرّك، غير ان تقنية اعداد البرامج التلفزيونية المجسّمة، والافلام، وألعاب الحاسوب لم تصل الى النضج المناسب حتى الآن.

الحزمة المرجع

الليزر
ليزر الهيليوم- نيون يبعث أشعة ضيقة منسجمة (أي أشعة نقية اللون أو الطول الموجي والتي تكون موجاتها في الطور)

حزمة الجسم

فالقة الاشعة
يستخدم موشور شبه مُفضض لشطر ضوء الليزر الى حزمتين ، احداهما تنفذ والاخرى تنعكس.

آلة التصوير التجسيمي

تستعمل آلة التصوير هذه لتكوين صورة مجسمة تدعى صورة الارسال المجسَّمة. يجري شطر الضوء القادم من الليزر الى حزمتين. احدى الحزمتين- وهي الحزمة المرجعية - تُوَجَّه نحو اللَّوح الحسَّاس للضوء ، أما الحزمة الثانية- وهي حزمة الجسم - فتصل اللوح بعد انعكاسها من الجسم المعني. وتتداخل الحزمتان لتكوين النمط الخِصْلي على اللوح. وحيث أن نمط الخِصَل يتعين تسجيله على الصفيحة أو اللوح بصورة دقيقة ومفصلة جداً، وقد يستغرق تعريضه للضوء مدة طويلة، لذا فانه يتعين تقليل الاهتزاز لحده الادنى، ويؤمَّن ذلك عن طريق اسناد الجهاز على قاعدة ثقيلة للغاية.

الجسم
يجري تنوير الجسم بواسطة حزمة الجسم، ويقوم الجسم ببعثرة الضوء على اللوح أو صفيحة التصوير التجسيمي.

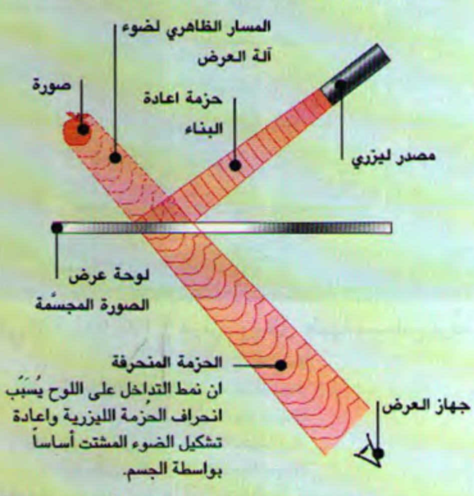
الضوء المنعكس
ان طور وشدة الاستضاءة للضوء المنعكس تعتمدان على طبيعة سطح الجسم.

العدسة المقعَرة
هذه العدسة المقعرة تعمل على توسيع الحزمة لتنوير الجسم الكامل بالتساوي.

المرآة

عرض الصور المجسّمة

يعمل نمط التداخل الحاصل على اللوح على انحراف الضوء البازغ منه. وهذا ينشىء صورة ثلاثية الابعاد عن طريق اعادة تشكيل الأشعة الضوئية التي تشتَّتت اصلاً من الجسم. والصورة المجسَّمة الانعكاسية تظهر على السطح الأمامي لِلوح العرض.أما الصور المجسّمة الإرسالية (النافذة) فتظهر غالباً خلف لوح العرض، غير ان البعض منها، كبطاقات الائتمان، فإن الصورة تزخرف على فيلم عاكس (رُقاقة عاكسة) فتظهر الصورة من أمام البطاقة.



الحزمة المنحرفة
ان نمط التداخل على اللوح يُسَبِّب انحراف الحزمة الليزرية واعادة تشكيل الضوء المشتت أساساً بواسطة الجسم.

جهاز العرض

صورة البث المجسَّمة (الصورة المجسَّمة النافذة)

معظم الصور المجسمّة النافذة، او صور البث المجسَّمة يجري تنويرها بالضوء الليزري الساطع، عبر اللَّوح، كما انها تكون احادية اللون . والصورة المجسَّمة المبثوثة بالضوء الأبيض، تتم إضاءتها بالضوء العادي فتتكون لها صورة متعددة الألوان.

الصّورة
ان الضوء المنعكس والمنحرف باللوح، يبدو وكأنه قادم من صورة خلف اللوح او الصفيحة.

المسار الظاهري لضوء آلة العَرض

لوحة العرض

حزْمة الضوء الساقط

الحزمة الضوئية المنحرفة باللوح

مَصْدَر الضوء

جهاز العرض

الصورة المجسَّمة الانعكاسية

ان الصور المجسَّمة الانعكاسية، تُعرض باستعمال الضوء الأبيض لتنوير اللوح من نفس جهة المشاهد وتكون عادة أحادية اللون ويمكن ان تحوي تفاصيل كثيرة.

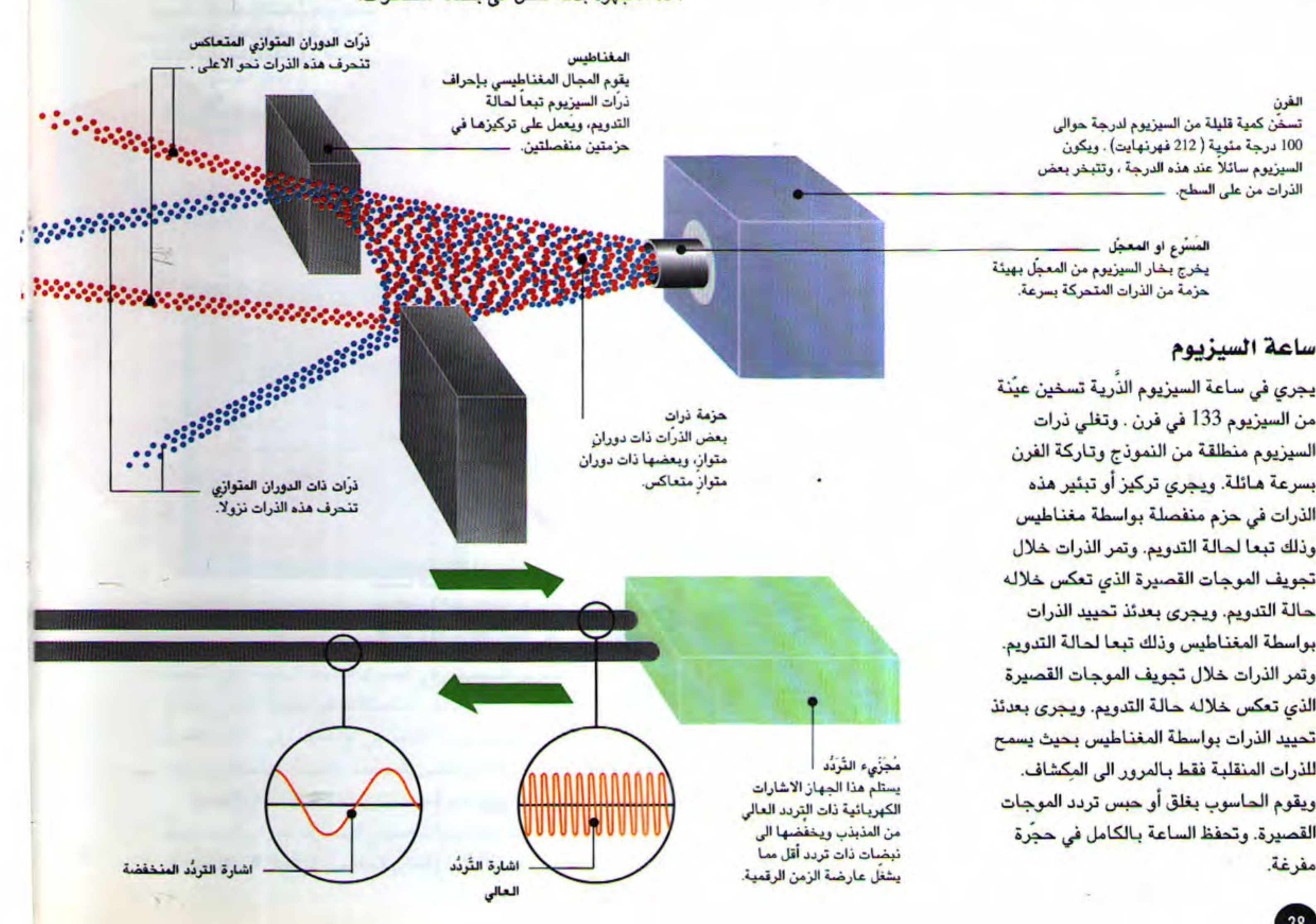
السّاعة الذرِّيَّة

تقوم الساعات بقياس الوقت أو الزمن عن طريق عَدّ أحداث متكررة بصورة منتظمة كحركة الشمس عبر السّماء، أو أرجحة البندول ، أو اهتزاز بلورة الكوارتز. وكلما كان تكرار الحدث اكثر كلما كانت الدقة المحتملة للساعة اكبر. واكثر اجهزة ضبط الوقت دقّة هي السّاعات الذّرية، التي تنظّم بواسطة موجات قصيرة تتردد بلايين المرّات في الثانية الواحدة.

في اكثر الساعات الذّرية يستعمل سيزيوم 133، وهو نظير عنصر السيزيوم. ولذرات السيزيوم هذه نوعين من حالات التدويم أو الدّوران، وذلك تبعاً لما اذا كان الالكترون الخارجي يدور دوراناً متوازياً أو متوازياً متعاكساً أي يعكس اتجاه حركة الذرّة ككل. وحالتي التدويم او التدوير هاتين تمتلكان طاقتين مختلفتين قليلا، وعندما تكون موجات الأشعة القصيرة ذات تردد صحيح ودقيق ، فان اصطدامها بالذرات يعمل على تحويلها من حالة الى اخرى. وتصمّم ساعات السيزيوم لحبس او ضبط الهزّاز عند تلك القيمة من التردد وهي 9,192,631,770 هرتز ، ويطلق عليها مصطلح تردُّد الانتقال او التحوّل.

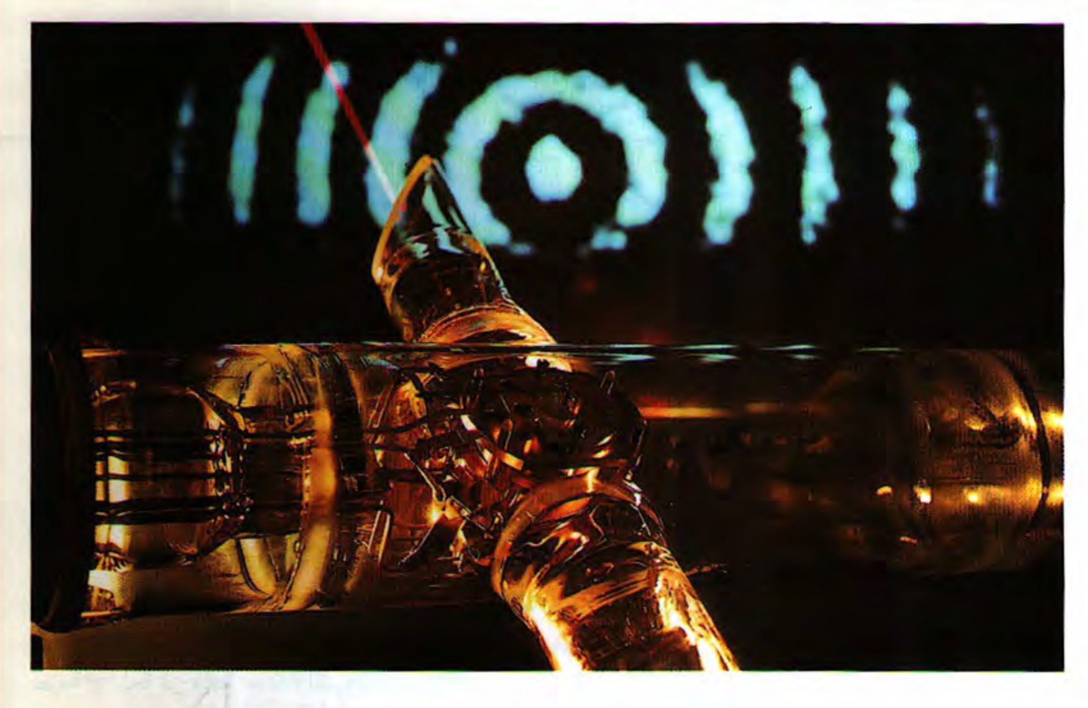
وفي ساعة السيزيوم تفصل الذرّات تبعاً لحالة التدويم أو التدوير، ومن ثم تعرَّض للاشعاع من مُذَبْذِب الاشعة القصيرة. ويقوم المِكشاف بحساب عدد الذّرات التي غيرت حالة التدويم. ويتحقق اعلى عدد من الذرات التي غيرت حالة التدويم عندما تتوالف الموجات القصيرة تماماً مع تردُّد الانتقال. ويقوم الحاسوب باستعمال الاشارات القادمة من المكشاف للإبقاء على التردد الصحيح لمذبذب، وإن النبضات الصادرة من المَذبذب يمكن استعمالها لتعيير ساعات اخرى . لقد أحدثت الساعات الذرّية انقلاباً في حفظ وضبط الوقت الى درجة اصبحت الثانية الواحدة تعرف بلغة تردد التحول في حالة التدويم في ذرات السيزيوم 133.

ولا يقتصر استعمال الساعات الذرّية على كونها تحقق حفظاً للوقت في مجال البحث العلمي، بل تتعدى ذلك لتشمل الاتصالات العالمية وشبكات النّقل. ان النظام العالمي لتحديد الموضع، وهو نظام الملاحة المستند على الاقمار الصناعية، يعتمد على دقة الساعات الذرّيَة لتحديد موقع مستعمل هذه الاجهزة بدقة تصل الى بضعة سنتمترات.



ساعة السيزيوم

يجري في ساعة السيزيوم الذَّرية تسخين عيّنة من السيزيوم 133 في فرن . وتغلي ذرات السيزيوم منطلقة من النموذج وتاركة الفرن بسرعة هائلة. ويجري تركيز أو تبئير هذه الذرات في حزم منفصلة بواسطة مغناطيس وذلك تبعا لحالة التدويم. وتمر الذرات خلال تجويف الموجات القصيرة الذي تعكس خلاله حالة التدويم. ويجرى بعدئذ تحييد الذرات بواسطة المغناطيس وذلك تبعا لحالة التدويم. وتمر الذرات خلال تجويف الموجات القصيرة الذي تعكس خلاله حالة التدويم. ويجرى بعدئذ تحييد الذرات بواسطة المغناطيس بحيث يسمح للذرات المنقلبة فقط بالمرور الى المِكشاف. ويقوم الحاسوب بغلق أو حبس تردد الموجات القصيرة. وتحفظ الساعة بالكامل في حجّرة مفرغة.



النافورة الذرّيَة طراز NIST-7

ان الساعة الذرّية الأكثر دقة في الوقت الحاضر هي تلك التي يطلق عليها النّافورة الذرّية، التي تنغّم أو تتوالف مع تردد التحول الدوراني لذرات السيزيوم 133، كالحال في الساعات الذرّية الاخرى. وترجع الدقة الكبير لهذه الساعة الى استعمال الليزر لاقتناص وتبريد رزمة او حزمة ذرات السيزيوم الى ما فوق الصفر المطلق بقليل (والصفر المطلق هو أخفض درجة حرارة ممكنة). ان آخر طراز من هذا النوع من الساعات هو طراز NISTF-1، الذي يحقق دقة في ضبط الوقت تساوي ثانية واحدة في كل 20 مليون سنة.

شقّ التبئير
وهو الشّق الذي يجري فيه اختلال تزامن حزم السيزيوم عند مرورها عبره.

تجويف المرآة
تصدم الموجات القصيرة ذرات السيزيوم مسببة انعكاس حالة التدويم (التدوير) في العديد منها.

الذرات
الذرات الخالية من الشحنة يجري اقصاؤها بانحرافها بعيداً عن المكشاف.

المكشاف
يقوم المكشاف بعدّ الذرات التي شحنت حالة التدويم فيها. ويكون العدد في أقصاه عندما يكون تردّد المكشاف منسجماً تماماً مع تردد التدوير التحويلي لذرات السيزيوم 133.

حزمة الذرّة
يصبح العديد من ذرات السيزيوم ذات دوران متوازٍ.

حزمة الذرّة
العديد من الذرات التي كانت ذات تدويم متوازٍ متعاكس تصبح الآن ذات دوران أو ذات تدويم متوازٍ.

المذبذب(مولد الذبذبة)
يجري تنظيم المذبذب عن طريق التغذية الراجعة من المكشاف، وذلك لتكوين موجات قصيرة ذات تردد مقداره 9,192,631,770 هرتز تماماً.

مغانيط
تحرف مجموعة ثانية من المغانيط الذرات تبعاً لحالة تدويمها.

إشارة كهربائية في المكشاف

الحاسوب
يقوم الحاسوب بقراءة البيانات القادمة من المكشاف لتنغيم التردد في المذبذب بصورة دقيقة لتحقيق وصول حد أقصى من الذرات الى المكشاف.

عارضة الزمن الرقمية
ان العديد من ساعات السيزيوم الذرّية ذات دقة لضبط الوقت الى ثانية واحدة لكل ست ملايين سنة.

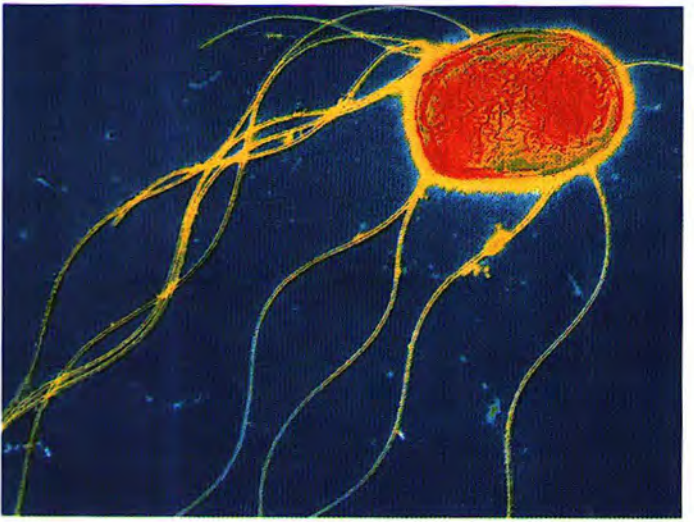
23.59.50307673

المجاهر الإلكترونية

استعملت المجاهر البصرية منذ العام 1600 لمشاهدة الاجسام التي هي من الصِغَر بحيث لا ترى بالعين المجرَّدة، ثم من خلال عمليات التحسين التي اجريت على المجاهر البصرية عبر أربعمئة سنة، وصلت تلك المجاهر إلى قمة قدراتها الفيزيائية. وقد قادت الرغبة في معاينةٍ أوسع في العالم المجهري الى ظهور المجهر الإلكتروني ، وهو التَّقْنِيَّة القادرة على اظهار تفاصيل كانت غير منظورة بالمجاهر البصرية.

ان الذي يحدِّد قوة المجهر لا يكمن ببساطة في قدرته على التكبير فقط، ولكن في مدى أو في درجة اظهاره للتفاصيل تحت قوة التكبير المستعملة، (وهو ما يسمى الاستبانة). تمتلك المجاهر البصرية التي يستعمل فيها الضوء المرئي في تنوير العينة، درجة استبانة تصل الى 2,000 مرة أفضل من تلك التي تستطيع العين المجرَّدة للانسان تحقيقها. أما المجاهر الالكترونية فتستعمل الحُزم الالكترونية المعجَّلة لاظهار صورة الأجسام. وكالحال في الضوء ، فان حزمة أو أشعة من مادَّة ما كالالكترونات، يمكن اعتبارها على اساس كونها ذات طول موجي. وتمتلك الحزمة الالكترونية موجات اطوالها أقصر بكثير من الاطوال الموجية للضوء المرئي، مما يعطيها تحقيق درجة استبانة أكبر بكثير، تعادل حوالي مليونيّ مرّة أفضل من العين المجرّدة.

هنالك ثلاثة انواع من المجاهر الالكترونية: المجهر الالكتروني النافذ (TEM)، والمجهر الالكتروني الماسح (SEM)، والمجهر الماسح النَّفَقي (STM). وفي كل من المجهر الالكتروني النافذ والماسح يستعمل مِدفَع الالكترونات لتوليد حزمة الكترونية عالية الطاقة، والكهرومغناطيس لغرض تبئير أو تجميع الأشعة الالكترونية، اما المجهر النَّفَقي، فان الانواع الاكثر حساسيّة منه، يتم بها استخدام تيار الكتروني بالغ الصغر لتمييز الأجسام في المدى الذرّي.

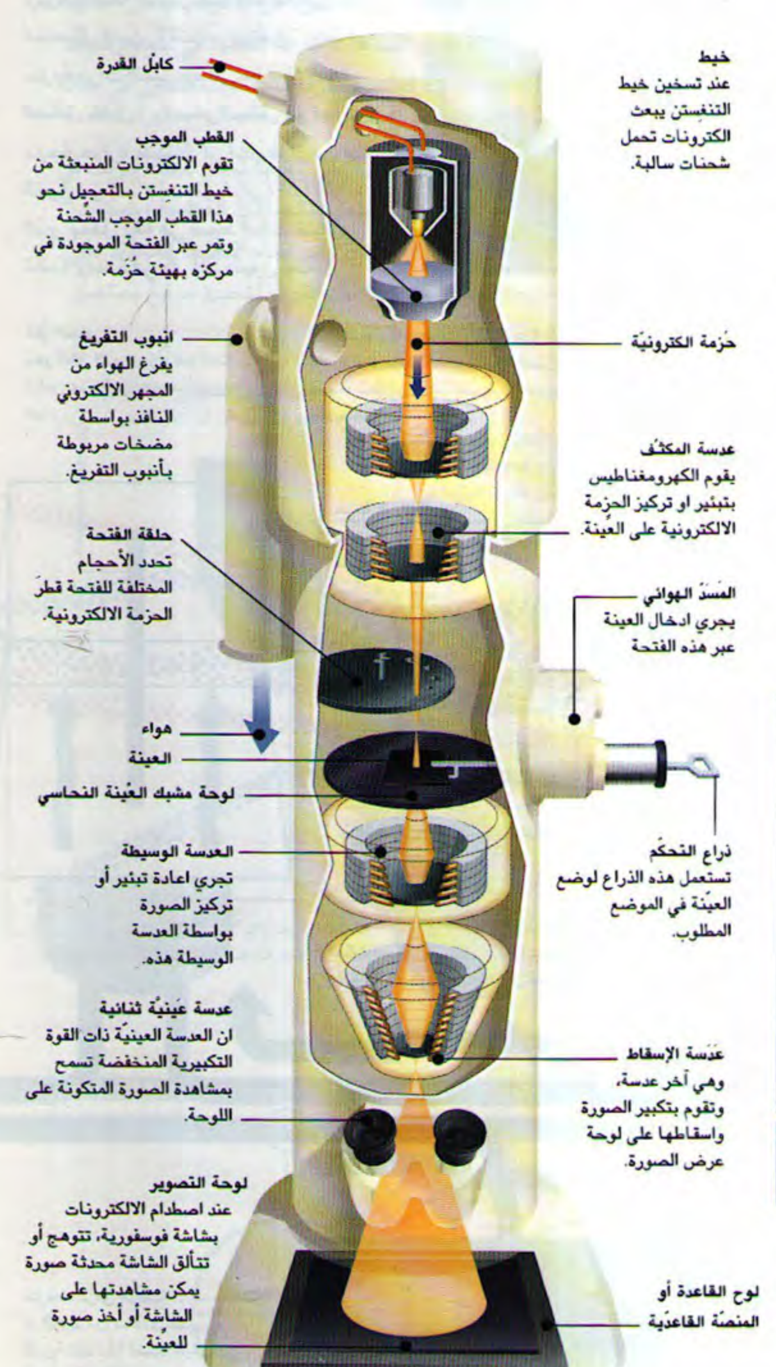


بكتريا السلمونيلا

تأخذ المجاهر الالكترونية النافذة صورة للمقطع المستعرض وتُظهر التفاصيل الصغيرة التي هي أصغر من أن تُرى بالضوء المرئي. وعلماء الانسجة النباتية او الحيوانية، يستعملون المجهر النافذ لفحص الخلايا مثل البكتريا التي تسبب تسمم الغذاء.

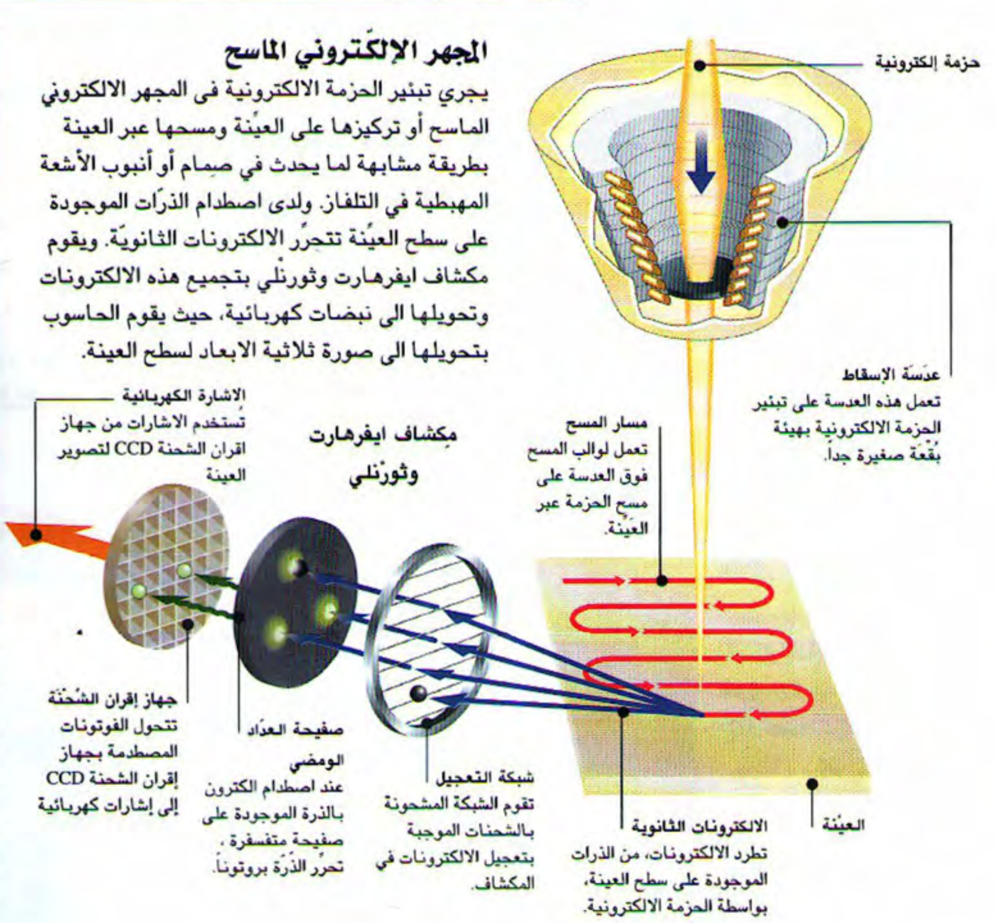
المجهر الالكتروني النّافذ

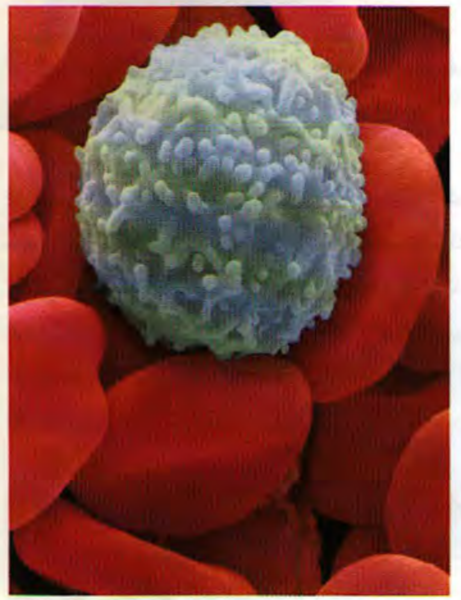
يطلق المجهر الالكتروني النافذ حزمة الكترونية عبر العيّنة الموضوعة في وسط المجهر. ويجرى امتصاص الالكترونات أو تشتيتها بواسطة الاجزاء الكثيفة من العَيِّنة، بينما الاجزاء الأقل كثافة تسمح للالكترونات بالمرور عبرها. ويعمل ذلك على اسقاط ظلِّ العينة على لوح التصوير الواقع تحتها مباشرة.



المجهر الإلكّتروني الماسح

يجري تبئير الحزمة الالكترونية فى المجهر الالكتروني الماسح أو تركيزها على العيِّنة ومسحها عبر العينة بطريقة مشابهة لما يحدث في صِمام أو أنبوب الأشعة المهبطية في التلفاز. ولدى اصطدام الذرّات الموجودة على سطح العيِّنة تتحرَّر الالكترونات الثانويّة. ويقوم مكشاف ايفرهـارت وثورنْلي بتجميع هذه الالكترونات وتحويلها الى نبضات كهربائية، حيث يقوم الحاسوب بتحويلها الى صورة ثلاثية الابعاد لسطح العينة.



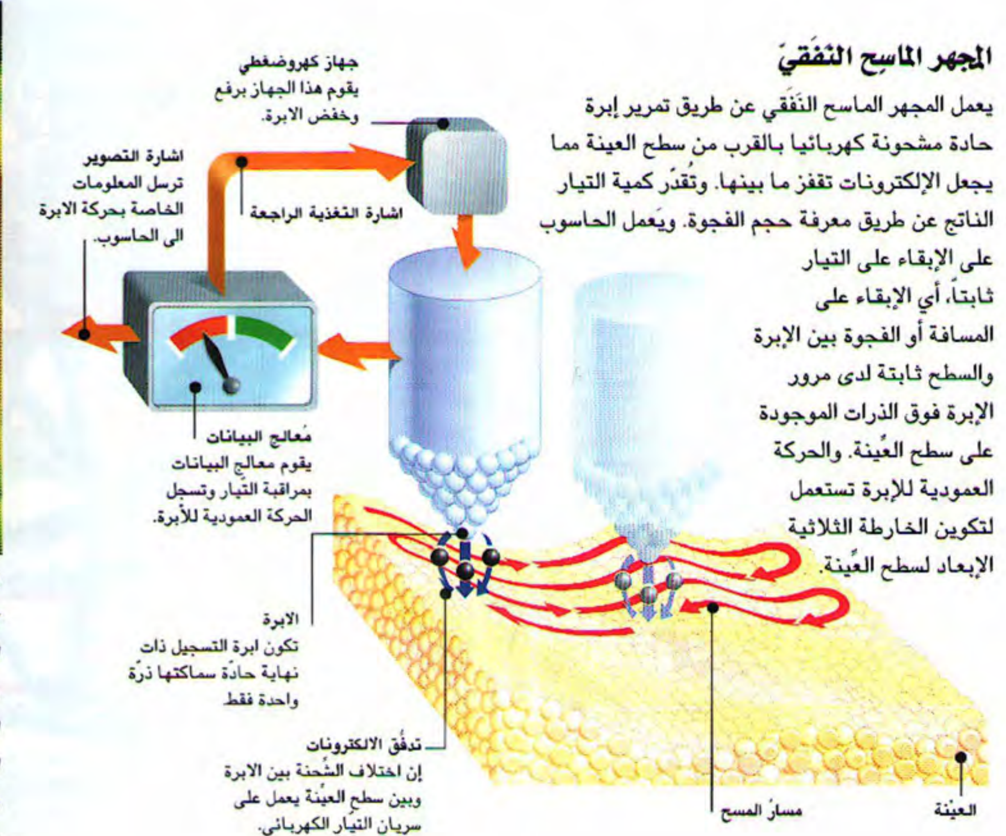


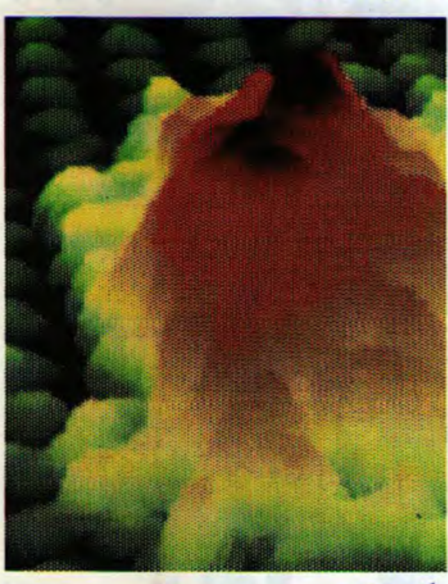
خلايا الدّم الحمراء والبيضاء

تستعمل المجاهر الإلكترونية الماسحة على نطاق واسع من قبل علماء الخليّة أو علماء بيولوجيا الخلية، لفحص سطوح الأنسجة والخلايا لانها توفر تفاصيل دقيقة، وتعطى صورة زاهية ثلاثية الابعاد. وفي الصورة المجهرية ذات الألوان الكاذبة التي تظهر في الشكل، يمكن ملاحظة كريات الدّم الحمر القرصية الشكل والخلايا البيض ذات الشكل الكروي بوضوح.

المجهر الماسِح النّفقيّ

يعمل المجهر الماسح النَفَقي عن طريق تمرير إبرة حادة مشحونة كهربائيا بالقرب من سطح العينة مما يجعل الإلكترونات تقفز ما بينها. وتُقدَّر كمية التيار الناتج عن طريق معرفة حجم الفجوة. ويَعمل الحاسوب على الإبقاء على التيار ثابتاً، أي الإبقاء على المسافة أو الفجوة بين الإبرة والسطح ثابتة لدى مرور الإبرة فوق الذرات الموجودة على سطح العيِّنة. والحركة العمودية للإبرة تستعمل لتكوين الخارطة الثلاثية الإبعاد لسطح العيِّنة.





ذرّات الذهب

تمتلك ان المجاهر الماسحة النَفَقيّة القدرة على التمييز في مستوى الذرّات، مما يجعل بالامكان معاينة الذرات المفردة. وهذه الصورة بالمجهر الماسح النَفَقي ذات الالوان الكاذبة تمثل ذرّات الذهب، التي تظهر باللون الأحمر والأصفر، مستقرة فوق ذرّات الكرافيت ذات اللون الأخضر، والتي تنتشر بشكل منتظم.

التلِسْكوبات البَصَرية

إن تطلُّع علماء الفَلَك لتكَبيْر أو تضخيم ضوء السماء في الليل الى صورٍ اكثر تفصيلاً قد دفع المهندسين لاختراع التلسكوبات القويّة اكثر فأكثر. وعلماء الفلك الأقدمون أمثال العالم الإيطالي غاليلو، استعملوا العدسات لتبئير او تركيز الضوء القادم من النجوم محل التِلِسْكوبات الانكسارية المبنية على العدسات وحلت محلُها التلسكوبات الانعاكسية التي تستخدم مرايا مكافئية المقطع.

ان أهم فائدة للمرايا على العدسات كونها أخفّ نسبيا ويمكن إسنادها من الخلف، وبذلك تُتيحَ الفرصة لإمكانية بناء تلسكوبات كبيرة بمقدورها تجميع ضوء اكثر. كما انها تستطيع تجميع بعض الاشعة تحت الحمراء وفوق البنفسجية اضافة الى الضوء المرئي. وقد تحقق توسيع حجم التلسكوبات البصرية بفضل تطور المرايا متعددة المقاطع، ولهذه المرايا أنظمة سيطرة فعالة تمكّن تنظيم شكل المرايا للتغلب على الزيغ او التشوه الذي يصيبها بسبب اختلاف وزنها واختلاف درجة حرارة المحيط.



مجرَّة درب التبانة 1232

هذه الصورة المأخوذة لمجرّة دَرْب التّبانة جرى اقتناصها بواسطة التلسكوب الأعظم في التشيلي، وهو عبارة عن تشكيلة من ثلاثة عروض، تظهر الاشعة فوق البنفسجية، والضوء الازرق، والضوء الأحمر. واللون المحَمرّ للمنطقة المركزية يأتي من النجوم الاكثر عمراً، أما الاذرع اللَولَبيّة التي تظهر بلون أزرق فتشعلها النجوم الاقل عمراً.

البصريات التكيفية

ان درجة حرارة الجو في تغير مستمر، مما يؤدي الى تغيير في كثافة المحيط وتعمل على زيغ او تشويه الضوء القادم الى الارض من الأجرام السماوية. وينتج عن ذلك غشاوة الصور التلسكوبية وعدم وضوحها. وانظمة البصريَات التكيفية تزيل العديد من تلك التشوهات. وفي أحد الانظمة التكيفية هذه يجرى تبئير أو تركيز الأشعة الليزرية في منارة ليزرية عالية في الجو. ويجرى تجميع الضوء من المنارة الليزرية بواسطة التلسكوب، ثم تتخذ طريقها الى المجَس الذي يقوم بقياس تلك التشوّهات، ومن ثم تصحيح التشوهات في الضوء القادم من النجوم.

حزم ليزريّة
يجري تبئير الحزم الليزرية على مسافة 10 كيلومترات (6 أميال) الى اعلى الغلاف الجوي.

الضوء القادم من النجوم
يحصل تشويه أو انحراف في الضوء القادم من النجم بسبب تشويش او اضطراب الجو.

فالقُ الحُزْمَة أو شاطر الحزمة

المرآة الطرفية المنحنية
تقوم هذه المرآة بتصحيح التشوهات المنحنية والمنقلبة.

اشارة الانحناء

ضوء النجم

شعاع ليزري

مصدر ليزري

مرآة التشويه
وفيها يتم تغيير شكل المرآة بواسطة مكبس دقيق، فيعمل بذلك على تَسْوِيَة التشوُهات.

فالقَ الحزمة

آلة تصوير علميَة
تقوم آلة التصوير العلمية باستخدام الضوء المصحح لأخذ صورة حادّة للنجم البعيد.

إشارة الشُكل

مكشاف الجبهة الموجيّة
يقوم المكشاف بكشف الضوء المشوّه القادم من المنارة الليزرية، وينقل المعلومات الى معالج البيانات.

معالج البيانات عالي السرعة
ترسل البيانات التصحيحية حول الشكل والانحناء إلى مرآتين في الوقت الآني.

مفتاح
ضوءُ لَيزَري — عدسة محدّبَة
ضوء النجم — عدسة مقعّرة

كيف تعمل البصريَات المطوَرة

يقوم معالج بيانات عالي السّرعة بحساب سريع لكيفية تصحيح تشوهات الجبهة الموجيّة، ويحرك المرآتين المرنتين القابلتين للانثناء، لتقوما بالتصحيح في الوقت الآني أو الفعلي. ويسلك الضوء المصحَّح او المعدَّل طريقهُ الى آلة التصوير، التي تقتنص صورة حادة للنجم على الجُرم المعاين.



التلسكوب الأعظم

وهو تلسكوب عظيم منصوب على قمة جبل بارانال في التشيلي، ويتكون من مجموعة من اربعة تلسكوبات انعكاسية، قطر المرآة في كل منها 8م (او 27 قدم) مع عدة تلسكوبات صغيرة اخرى ملحقة. إن جميع هذه التلسكوبات تعمل مجتمعة على تبئير مشترك لتكوين تلسكوب حقيقي قطره 200 م (660 قدم).

تِلِسْكوب «كيك»

يمتلك كل من تلسكوبَي «كيك» مرآة انقلابية ابتدائية مؤلفة من 36 وحدة أو قطعة تعمل مجتمعة ككل مُترابط اما منظومة المجسَات والمُشغلات المسيطر عليها حاسوبياً، فتقوم بالمراقبة والتحكم في تنظيم الموقع النسبي لكل قطعة بالنسبة لباقي القطع الموجودة حولها، بغية تصحيح تأثيرات التشويه

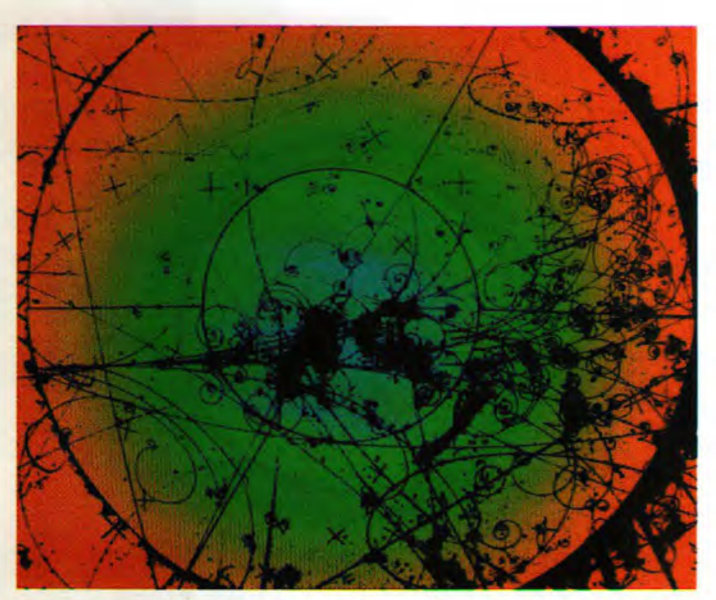

مفتاح
مغناطيسات التبئير
مغناطيسات انحنائية
تجويف المعجِّل
مكشاف التصادم
انبوب المعجِّل
مقطع مُحْوَر
مسار الالكترونات
مسار البوزترونات
مسرّع تصادم الإلكترونات والبوزترونات العظيم
ان معجل الإلكترونات والبوزترونات الكبير (LEP) الموجود في CERN يقوم بتسريع أو تعجيل الحزم الالكترونية لحوالى سرعة الضوء وذلك بدورانه عبر انبوب أو صِمام طوله 27 كم (17 ميل) مدفون تحت سطح الارض بعمق حوالى 100م (330 قدم). وتستعمل معجلاّت أو مسارعات أصغر لتسريع الالكترونات قبل حقنها في المعجِّل الكبير. وحال دخول الحُزَم الصِّمام الرئيسي، يجري تسريعها بشكل اكبر، وتوجيهها، وتبئيرها أو تجميعها بحيث تبدأ بالتصادم بعضها مع بعض في أحد المكاشيف الاربعة.
مغْناطيس التبئير
يستعمل في معجل الالكترونات والبوزترونات العظيم اكثر من 3,000 مغناطيس لتبئير وتوجيه حُزمة الجسيمات.
حزمة الجسيمات
تقوم المعجِّلات الخطِّية بإحداث حُزَم قبل حقنها في المعجلات ذات الحلقات الأكبر.
مكشاف دِلْفي
ان هذا المكشاف الذي يوجد حول الصِّمام أو الانبوب المفرّغ، يتألف من عدة طبقات تقوم كل منها بكشف نوع مختلف من الدقائق او الجسيمات المتصادمة.
التصادم
تقوم الالكترونات والبوزترونات بافناء بعضها بعضاً في تصادم المواجهة، مكوِّنة طاقة تتحول رجعياً الى جسيمات تماماً كما تحولت الطاقة الى مادة عند ولادة الكون.
حزمة بوزترونات
يحصل تصادم واحد من نوع صدامات المواجهة المطلوبة من بين كل 400,000 تصادم، لذا فان حزم الجسيمات يجرى تدويرها وتصادمها ملايين المرات في عدّة ساعات.
مغْناطيس تبئير رباعي الأقطاب
مغانط التبئير
تقوم المغانط رباعية أقطاب التبئير وسداسية أقطاب التبئير بتبئير أو تجميع الحزم الى سماكة تصل الى شعرة الانسان، بطريقة مماثلة لما تقوم به العدسة في تبئير الضوء.
مكشاف التصادم
يجرى تسجيل التصادمات بواسطة مكاشيف التصادم المعقّدة التي تشغّل بواسطة فرق دولية من عدة مئات من العلماء. ان مِكشاف دِلفي هو بحجم يعادل منزلاً من أربعة طوابق.
الصِّمام المفرَّغ
تمر الجسيمات عبر صِمام قطره 15 سم (6 بوصة) مفرغ من الهواء لتجنُّب التصادمات غير المرغوبة.
حُزمة الكترونية
هذه الحزمة مؤلفة من 100 بليون من الالكترونات التي تسير في حزمة حول الحلقة بما يزيد على 10,000 مرّة في الثانية.

معجِّلات الجُسَيمات

إن معجَلات الجسيمات هي من اكبر الأجهزة العلمية التي تمّ بناؤها، وتُستعمل لفحص او سَبر الجزئيات الأصغر من المادة الموجودة. ولدى تسريع الجسيمات تحت الذرِّية وتصادمها مع بعضها، يستطيع علماء الفيزياء التعرف على طبيعة المادة التي تتألف منها تلك الدقائق والقوى التى تربطها مع بعضها، وتكوين نواتج غير مستقرة وانماط من مواد غريبة لم يكن لها وجود منذ بدء الكون.

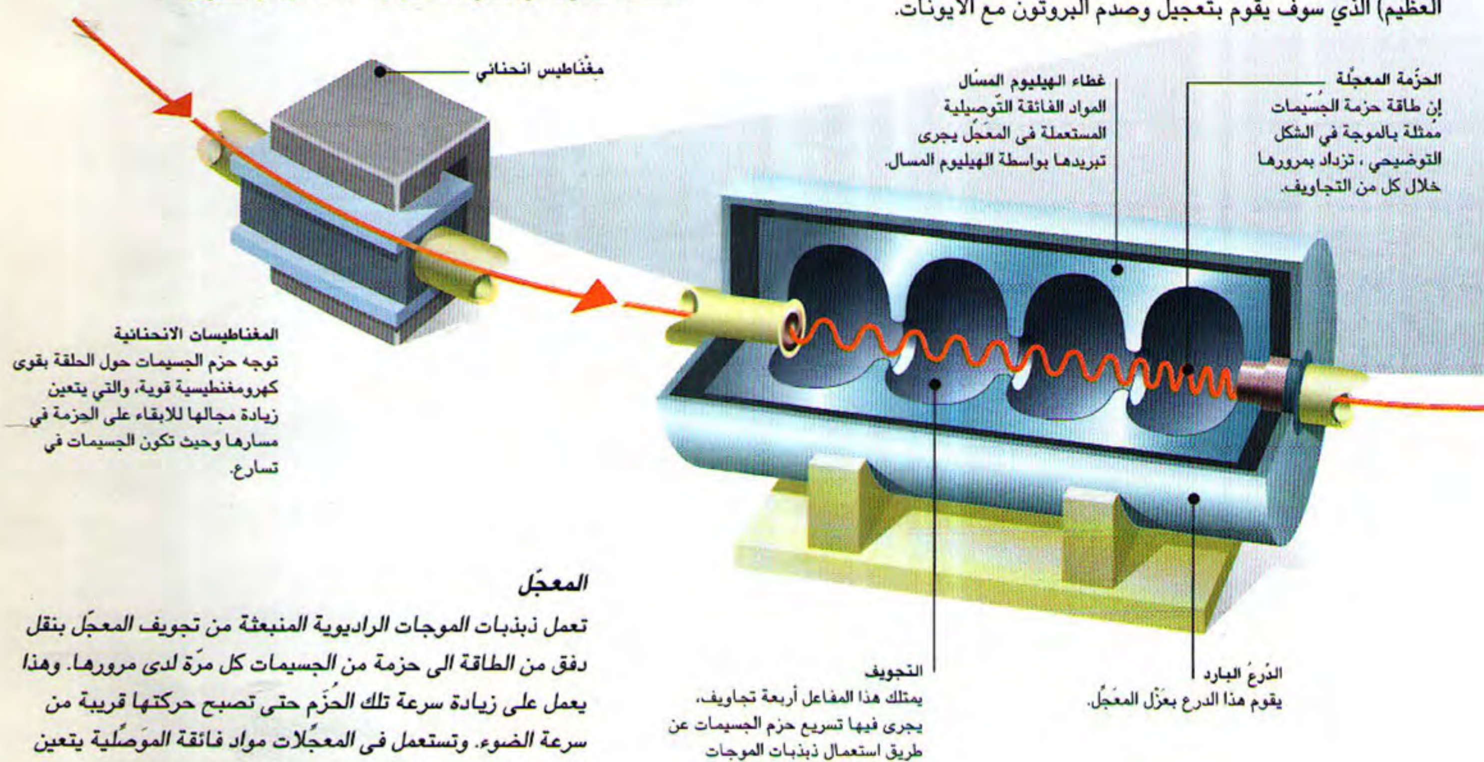
تقوم مُعَجلات الجسَيمات بتسريع الجسيمات المشحونة، كالالكترونات، والبوزترونات، والبروتونات عبر انابيب أو صِمامات مستقيمة أو دائرية وجَعْلها تصدم بعضها بعضا او تصدم بعض الاهداف الثابتة. والطاقة المتحرِّرة من هذه التصادمات تتحول الى انماط اخرى من المادّة، من بينها صيغ لم يسبق أن تمت رؤيتها في الماضي، لكنها كانت متوقعة من الناحية النظرية، مظهرة معلومات حول القوى الرئيسية في الطبيعة وفي تاريخ الكون. ومعجَلات الجسيمات لايقتصر استعمالها كأدوات في البحوث، لكنها تستعمل في المستشفيات التي تستخدم أنواعاً صغيرة من المعجَلات لإنتاج نظائر مشعّة لأخذ الصُور، كما أنه لايكاد يخلو بيت من وجود معجلات بسيطة، مثل صمام الاشعة المهبطية في جهاز التلفاز الذي يقوم بتسريع او تعجيل الالكترونات واصطدامها بشاشة العرض الفسفورية.

ان المعجِّل الموسوم معجِّل الالكترونات والبوزترونات العظيم (LEP) الموجود في CERN بالقرب من مدينة جنيف في سويسرا هو أعظم معجَل أو مسرِّع معروف . وهذا المسرّع يجرى تحويره لآلة أو معجّل اسمه (معجِّل هِدْرونَ العظيم) الذي سوف يقوم بتعجيل وصدم البروتون مع الأيونات.



صورة معزّزة بالألوان من حُجرة الفقاقيع

لايمكن مشاهدة تصادمات الجسيمات بصورة مباشرة، لذا يتعين استخدام مكشافات خاصة لتسجيل تلك التصادمات. ومن هذه المكشافات المكشاف الموسوم حُجْرَة الفقاقيع، والتي تحوي الهيدروجين المسال عند درجة حرارة قريبة من درجة الغليان. ان الجسيمات المارّة خلال الهيدروجين المسال تكوّن أيونات تصبح محاطة بفقاقيع من الهيدروجين الغالي . وتكوّن الجسيمات المختلفة خطوطاً او مسارات فقاقيعية مختلفة يمكن تصويرها .



المعجّل

تعمل ذبذبات الموجات الراديوية المنبعثة من تجويف المعجّل بنقل دفق من الطاقة الى حزمة من الجسيمات كل مرّة لدى مرورها. وهذا يعمل على زيادة سرعة تلك الحُزَم حتى تصبح حركتها قريبة من سرعة الضوء. وتستعمل فى المعجّلات مواد فائقة الموَصّلية يتعين الابقاء عليها باردة للغاية.



التطورات العلمية في القرن 21

SCIENTIFIC AMERICAN



يشهد القرن الحادي والعشرون ظاهرة تحجيم التكنولوجيا من ناحية الشكل وتضخيمها من ناحية العطاء. فانطلاقاً من الحواسيب ومروراً بأجهزة التلفاز ووصولاً إلى الهواتف النقالة، نلمس تطوّرات جمّة في التقنيات وتراجعاً ملحوظاً في الحجم.

هذه التقنيات يتم تطبيقها في جميع القطاعات، ونعرضها في هذه السلسلة من خلال مجموعة من ستة كتب يتعرّض كل منها إلى ناحية معيّنة على النحو التالي:

1. الإتصالات والإعلام
2. الكمبيوتر والأمن
3. المنازل والمدن
4. الطب والأبحاث العلمية
5. وسائل المواصلات
6. الطاقة والفضاء



إن الرصيد المثير من التقنيات الحديثة والتطوّرات العلمية الذي تقدمه هذه السلسلة، تجسّده الرسوم والأشكال التوضيحية المذهلة والصور الفريدة العالية الدقة، إلى جانب النصوص الواضحة والسهلة التي تنقلك إلى عالم التكنولوجيا المنظورة وغير المنظورة في كل مكان، لتزيد من معرفتك وتعزّز اطلاعك العلمي.





ISBN 2-84409-267-5

9782844092670

دار الشروق

القاهرة: 8 شارع سيبويه المصري - رابعة العدوية - مدينة نصر

ص.ب: 33 البانوراما - تليفون: 4023399 - فاكس: 4037567 (02)

